

**Univerzita Karlova v Praze**

**Přírodovědecká fakulta**

**katedra fyzické geografie a geoekologie**

studijní program: Biologie

studijní obor: Biologie a geografie se zaměřením na vzdělávání



Nováková Barbora

**Vliv diversity habitatů a akumulací dřevní hmoty na  
společenstva makrozoobentosu**

Impact of habitat diversity and wood debris accumulation on  
macroinvertebrates

*Bakalářská práce*

Praha 2014

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Milada Matoušková, Ph. D.

## **Zadání bakalářské práce**

**Název práce: Vliv diversity habitatů a akumulací dřevní hmoty na společenstva makrozoobentosu**

### **Cíle práce:**

Hlavními cíli práce jsou rešerše odborné literatury zaměřené na výzkum mrtvého dřeva a diversity habitatů vodních toků na společenstva makrozoobentosu. V aplikační části práce pak průzkum společenstva makrozoobentosu revitalizovaného toku Sviňovického potoka ve vazbě na geografické charakteristiky zájmového území a provedení srovnávací analýzy se společenstvem makrozoobentosu v lesním povodí Tetřivčího potoka.

### **Použité pracovní metody, zájmové území, datové zdroje:**

- rešerše zahraniční a domácí odborné literatury týkající se diversity habitatů a akumulací dřevní hmoty na společenstva makrozoobentosu
- stručná geografická charakteristika experimentálních povodí
- terénní průzkum experimentálních povodí, odběry vzorků makrozoobentosu a vody
- určování a vyhodnocení vzorků makrozoobentosu pomocí standardních hodnotících metod
- srovnávací analýza výsledků s bakalářskou prací Altmann (2013)

Zdroje: odborná literatura (WOS – např. časopisy Restoration Ecology, River Research and Application, Applied Ecology, SCOPUS, ScienceDirect, Geobase, domácí odborná periodika), mapové podklady, předchozí odborné studie zájmového území, terénní průzkum, odebrané vzorky.

Datum zadání: 27. 11. 2013

Jméno studenta: Barbora Nováková

Podpis studenta: .....

Jméno vedoucího práce: RNDr. Milada Matoušková, Ph.D.

Podpis vedoucího práce: .....

**Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pomocí uvedené literatury a vlastních znalostí.

V Praze dne

.....

Barbora Nováková

Za cenné rady a připomínky, jak v terénu, tak i při psaní práce, děkuji vedoucí mé bakalářské práce RNDr. Miladě Matouškové, Ph.D. Dále děkuji RNDr. Zdeňku Klimentovi, CSc., za cenné rady při terénním průzkumu. Za poskytnutí určovacích klíčů a rady při determinaci makrozoobentosu děkuji RNDr. Veronice Sacherové, Ph. D. Poděkování patří také mým rodičům za podporu a shovívavost.

## **Abstrakt**

Revitalizace vodních toků by měly navrátit do pozměněné krajiny přirozený vodní režim. Přírodě blízký tok by měl obsahovat morfologicky bohaté dno, místy obohacené mrtvým dřevem se střídajícími se tůněmi a mělčinami. Všechny tyto struktury osídluje pestrá fauna, rozmístěná podle svých potravních nároků. Této problematice se věnuje rešeršní část práce.

Další část práce je zaměřena na výzkum tří přítoků v povodí horní Blanice nedaleko Prachatic. Lokalita je vzhledem k populaci perlorodky říční (*Margaritifera margaritifera*), významná nejen v České republice, ale i v celoevropském měřítku. Tudíž je zde důležité hledisko ochrany životního prostředí. Vzhledem k významu lokality, zde probíhá experimentální výzkum katedry fyzické geografie a geoekologie na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze.

Praktická část práce je založena na determinaci makrozoobentosu revitalizovaného Sviňovického potoka a na následném vyhodnocení kvality vody. Vzorky makrozoobentosu byly odebrány metodou PERLA a následně určeny do čeledí. Za využití BMWP skóre a ASPT indexu, byla kvalita vody zařazena do odpovídající kategorie jakosti vod.

## **Abstract**

The revitalization of watercourses should be amended to restore the natural landscape water regime. Healthy waterflow should contain a morphologically rich bed with added dead wood and alternating pools and riffle. All these structures are colonized by varied fauna, that is distributed according to its dietary requirements. These problems are devoted to the research part of work.

Another part is focused on the research of three tributaries in the upper basin of Blanice river near Prachatic. The location is thanks to the population of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*), significant not only in Czech but also in european scale. Therefore, there is an important aspect of environmental protection. Given the importance of the site, there are experimental research carried out by Department of Physical Geography and Geoecology at the Faculty of Charles University in Prague.

The practical part is based on the determination of macroinvertebrates revitalized Sviňovického brook and the subsequent evaluation of water quality. Samples of macroinvertebrate were collected using method PERLA and subsequently identified in families. For use BMWP score and ASPT index, the quality of water placed in the appropriate category of water quality.

## Obsah

1. Úvod .....	9
2. Cíle práce .....	9
3. Revitalizace .....	10
4. Mrtvé dřevo .....	10
5. Habitaty .....	15
5. 1. Typy habitatů ve vodním toku a jejich hlavní zástupci z řad makrozoobentosu..	16
6. Makrozoobentos .....	19
6.1. Funkce makrozoobentosu ve vodním toku.....	19
6.2. Využití bezobratlých pro monitoring znečištění vodních toků i pro hodnocení vlivu vodohospodářských úprav .....	19
7. Aplikované metody a zdroje dat .....	20
7.1. Odběry makrozoobentosu.....	20
7.2. Odběry vody pro chemickou analýzu .....	21
7.3. Metodické postupy při zpracování vzorků .....	21
7.4. Zdroje dat.....	22
8. Charakteristika zájmového území .....	22
8.1. Povodí Blanice.....	22
8.2. Sociálně-geografická charakteristika.....	23
8.3. Geomorfologie.....	24
8.4. Klima .....	24
8.5. Pedologie .....	25
8.6. Vegetace .....	25
8.7. Územní ochrana.....	25
8.8. Zájmové vodní toky.....	26
8.8.1. Zbytinský potok .....	26
8.8.2. Bezejmenný levostranný přítok Zbytinského potoka .....	27

8.8.3. Sviňovický potok .....	28
8.8.3.1. Revitalizace Zbytinského a Sviňovického potoka .....	29
8.8.4. Tetřívčí potok.....	29
9. Výsledky .....	31
9.1. Společenstvo makrozoobentosu Sviňovického potoka .....	31
9.2. Charakteristika nejpočetnějších čeledí z hlediska habitatů a jejich potravních nároků.....	33
9.3. BMWP skóre, ASPT index.....	35
9.4. Porovnání výskytu makrozoobentosu mezi Tetřívčím a Sviňovickým potokem..	36
10. Shrnutí výsledků a diskuse .....	38
11. Závěr.....	40
12. Zdroje: .....	41
13. Přílohy .....	45



## 1. Úvod

Říční ekosystém má dynamický charakter. Tok řeky představuje pestré spektrum habitatů, které osidluje bohatá společenstva makrozoobentosu. Přirozenou schopností řeky je neustále se přirozeně obnovovat a vytvářet nové biotopy. Technickými regulačními zásahy tato schopnost mizí. Vodohospodářskými úpravami dochází k oddělení řeky od její přilehlé nivy a narušení vodního režimu v krajině. Pestré struktury dna v přirozeném toku nahradilo regulované koryto o homogenním podkladu.

Sviňovický potok byl po hydromelioračních úpravách v letech 1971-1981 následně revitalizován v roce 2005. Cílem revitalizací bylo vytvořit přírodě blízký vodní tok s využitím přirozeného materiálu. Výsledkem je zákrutový tok s pestroutou strukturou dna a břehů.

Po provedení revitalizací je zajímavé sledování dalšího vývoje toku. Nejen z hlediska jeho celkového pohybu, ale i nárůstu biodiverzity habitatů a na to navazujících dalších prvků. Monitoring makrozoobentosu se v posledních letech stává důležitou složkou monitorování ekologického stavu vod a je jedním z nástrojů pro hodnocení úspěšností revitalizací.

## 2. Cíle práce

Větší část této práce je zastoupena rešerší odborné literatury zaměřené na význam mrtvého dřeva ve vodních tocích, jeho využitelnosti při revitalizacích a významu pro makrozoobentos. Dále je popisováno využití makrozoobentosu pro určování kvality vody a úspěšnosti provedených revitalizací. Makrozoobentos je také popisován v závislosti na typech habitatů a typech potravních skupin. Poslední část rešerše se zabývá popisem sledovaného území.

Součástí práce byl terénní průzkum, při kterém byly odebrány další vzorky makrozoobentosu a vody. Přímou v terénu byla měřena teplota, konduktivita, obsah kyslíku a pH vody.

Dílčím cílem práce je srovnání současného stavu Sviňovického potoka z odběrů provedených v roce 2012 s publikovanými výsledky zjištěnými v Tetřívčím potoce (Altmann, 2013).

### 3. Revitalizace

Vodní toky v Evropě byly po staletí ovlivňovány lidskou činností. Nejprve v jejich blízkosti vznikala sídla a následně i zemědělské pozemky. Řeky samotné slouží jako vodní cesty pro přepravu osob, zboží a materiálu. Také byly využívány pro plavení dřeva a to i horské toky (Kožený et Simnon, 2010).

V České republice se dochovalo jen málo přirozených úseků vodních toků, bohužel i kolem těchto toků nastaly změny například v břehové vegetaci (Roštinský et al., 2010). Během 40 let do roku 1990 bylo odvodněno přes jeden milion hektarů půdy. Dnes zbývá 350 tisíc ha mokřadů z původních 1 300 tisíc ha na začátku padesátých let. Celkové využívání vody na území ČR, dosahuje velmi vysoké úrovně a to až 37 % z celkových zdrojů (Just, 2003).

Od 70. let 20. století se ve vyspělých státech, začínají rozvíjet vodohospodářské revitalizace. Jedná se o snahu rekonstruovat narušenou krajinu a obnovu k přírodě blízkému stavu. Dosažení plně přírodního stavu je v dnešní kulturní krajině podstatě nemožné (Matoušková, 2003). V Čechách se revitalizace začínají rozvíjet po roce 1990 (Just, 2003).

Regulovaná koryta jednotvárného průřezu s opevněným dnem a břehy mají negativní dopady na krajinu (Just, 2003). Mezi hlavní negativní důsledky patří zmenšení drsnosti dna a s tím spojené prohlubování koryta (výška hladiny současných regulovaných řek je o 10 m nižší než kdysi), zvětšení rozměru koryt, nárůst sesuvů břehů vlivem ztráty příbřežní vegetace. V případě povodní, byly napáchány největší škody v níže položených územích v důsledku zvětšení hydraulické kapacity koryt a omezení rozlivu do nivních ploch. Vlivem zemědělství dochází k obohacování vodních toků živinami. Negativním dopadem všech výše popisovaných jevů je úbytek zásob podzemní vody a celkový úbytek vody v krajině.

Cílem říčních revitalizačních projektů je snaha o zlepšení stavu ekosystému. Plně fungující říční ekosystém by měl být soběstačný bez jakýchkoliv potřebných zásahů (Palmer et al., 2005).

Na rozdíl od jednostranných technických protipovodňových opatření patří renaturace a revitalizace mezi víceúčelové, jelikož působí příznivě na přírodu a krajinu (Just, 2008). Renaturace a revitalizace nejsou univerzálním prostředkem, který by mohl vyřešit většinu hydromorfologických problémů v povodích. Mohou však přinášet významné zlepšující

efekty, jelikož se dají účinně kombinovat s jinými opatřeními a mohou zmenšovat nároky na technická opatření. Revitalizační úpravy jsou prováděny z několika účelů. Podle Klimenta et al. (2008) mezi hlavní účely revitalizací patří - napravit nevhodně provedené úpravy pozemků, zlepšit obhospodařování půdy a velkoplošné odvodnění, zvýšení retenční schopnosti krajiny zpomalováním povrchového a podzemního odtoku, obnova přirozené funkce vodních ekosystémů a zvyšování samočisticí schopnosti vody. Obnově přirozené funkce vodních ekosystémů předchází zvýšení heterogenity habitatů v toku (Sundermann et al., 2011).

#### **4. Mrtvé dřevo**

Za mrtvé dřevo považujeme odumřelé, dřevnaté části rostlin od nejjemnějších větviček, větví, pařezů až po celé kmeny stromů, které vytvářejí struktury dna a břehů. Mrtvým dřevem jsou myšleny i vyvrácené, ale pevně zakořeněné stromy, nebo někde odlomené a jinde opět zakořeněné části dřevin, které z čistě biologického hlediska ještě žijí. (Siemens et al., 2005) Velikostně se jedná o stromy, větve a jiný organický materiál s délkou více než 1 metr a s průměrem více než 10 centimetrů (Wallerstein et Throne, 2004; Máčka et Krejčí, 2010).

Podle metody HEM - monitoring hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků (Langhammer, 2013), se mapuje četnost výskytu jednotlivých nalezených kusů mrtvého dřeva ve vodním toku a rozsah jejich výskytu ve vztahu k celkové délce toku. U malých toků, jejichž šířka je menší než 10 metrů se pro mapování vybírají pouze kusy dřeva o délce 1,5 m a průměru větším než 15 cm, případně souvislé shluky větví o ploše nad 1 m<sup>2</sup>. Hodnotí se přítomnost kmenů stromů, jejich částí, vývrátů, případně shluků větví a částí dřevin, které při průměrném ročním průtoku leží ve vodě, nebo jsou do ní z velké části ponořeny.

Dřevní materiál se do vodního toku dostává fragmentací stromů a keřů, které se vyvrátily do říčního koryta (Máčka et Krejčí, 2010). K tomuto jevu dochází v důsledku eroze a podemletí břehů. Dalšími přirozenými vlivy, způsobujícími přísun dřeva do vodního koryta jsou vichřice, sníh nebo námraza, které lámou a vyvracejí stromy. Ve strmém terénu se část dřeva dostává do koryt sesuvy půdy a účinkem sněhových lavin (Kajzarová, 2012).

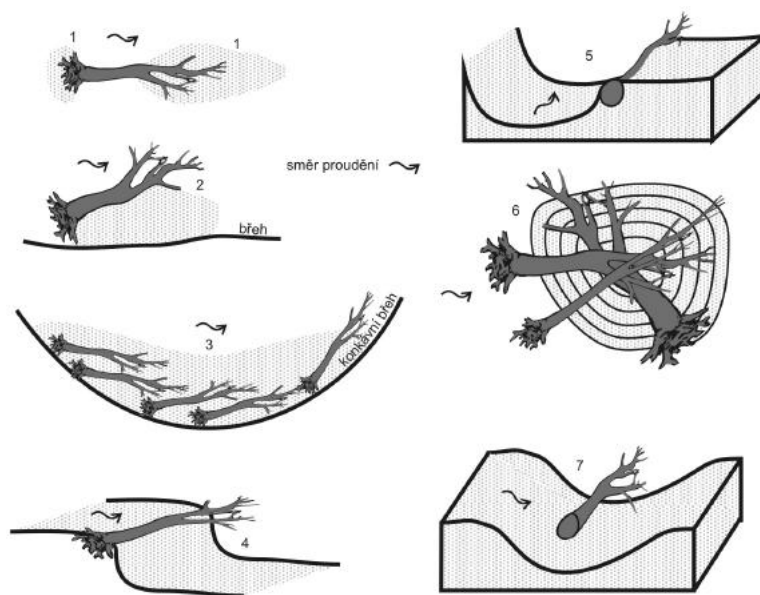
Na dřevo ve vodních tocích je pohlíženo jako na nepořádek, hrozbu povodní a překážku pro plavbu, a proto je z řek odstraňováno. Tento proces se uskutečňuje přibližně posledních 200 let a to po celém světě, především v Severní Americe, Evropě a Austrálii. Zbytky dřeva jsou systematicky odstraňovány z koryt velkých a středních řek v zájmu bezpečné plavby, prevencí před povodněmi, údržby a zlepšení průtokové kapacity (Grešková, [http://www.kge.zcu.cz/geomorf/sbornik/sbornik\\_05/titul.html](http://www.kge.zcu.cz/geomorf/sbornik/sbornik_05/titul.html)). V současné době v České republice stále převládá odmítavý postoj veřejnosti i správců povodí k mrtvému dřevu ve vodních tocích, přispívá k tomu i vodní zákon, který popisuje dřevní hmotu v korytě jako závalu (Kožený, 2010). Vodní správci odstraňují dřevo z koryt z důvodu zabezpečení průchodnosti toku před povodní. Vlivem lidské činnosti a managementu pobřežní vegetace nacházíme v centrální Evropě jen malé množství vodních toků zásobených dřevem (Kail, 2003).

Odstraňování dřevní hmoty z toků vedlo ke zrychlení odtoku a k transportu sedimentů. Konečnými důsledky jsou změny v morfologii, stabilitě a ekologii říčních systémů. Dochází k úbytku habitatů, ke změně potravinových cyklů, k zjednodušení a homogenizaci říčních koryt (Montgomery et al., 2003).

V současné době je známo, že přítomnost dřeva je nedílnou součástí vodního toku a je potřebné pro správné fungování toku. Můžeme říci, že patří k neopominutelné výbavě vodního toku. Mrtvé dřevo ve vodě je velmi významný fluvialně-geomorfologický činitel. Působí příznivě na oživení toků a představuje nenahraditelný strukturní prvek vytvářející členitost vodních toků (Grešková, 2007; Kail, 2003).

Dřevo v závislosti na své velikosti a poloze v korytě může zvýšit nebo snížit stabilitu břehů, podporuje či snižuje erozi dna a břehů a to především u malých toků. Iniciuje vznik akumulčních lavic a krátkých divočících úseků, nebo překládá koryto a odškrcuje meandr. Vytváří překážky, před kterými se ukládá vodou nesený materiál (např. šterk nebo písek), případně se za nimi tvoří tůň (obr. 1). Podporuje proces zrnitostní diferenciace sedimentů ve značně odlišných hydraulických podmínkách (Máčka et Krejčí, 2010; Roštinský et al., 2010).

Mrtvé dřevo vytváří vyhledávaný životní prostor pro organismy žijícími nad i pod vodou. Nenahraditelný význam má ve vodním toku rozvinutá kořenová soustava v břehu koryta. Tento útvar se vyvíjel několik desetiletí, a pokud dojde k jeho zničení, nelze ho rovnocenně nahradit žádným technickým prvkem. Bez přítomnosti dřeva je v tocích výrazně méně živočichů (Siemens et al., 2005).



Obrázek 1: Hlavní typy morfologických účinků dřevní hmoty ve vodním korytě.

1 – sedimentace v korytě způsobená větvemi nebo kořenovým balem vytvářející mělčinu; 2 – sedimentace mezi kmenem a břehem projevující se změlkčením koryta; 3 – zasedimentování tůň na vrcholu meandru, zejm. v případě dřevních akumulací; 4 – příčné stupně v korytě; 5 – podélné stupně v korytě, vznikající podél břehu a typicky spjaté s tvorbou lavic; 6 – tůň v místě s dřevní akumulací; 7 – výmoly pod kmeny (Roštinský et al., 2010).

Mrtvé dřevo ve vodním toku význačně posiluje biodiverzitu. Velmi účinně zachytává z vodního proudu organický materiál. Ten se nejprve stává potravou bezobratlých živočichů, kteří mají silnou tělesnou vazbu k povrchu dřeva a následně slouží jako potrava mnoha druhů ryb.

Mrtvé dřevo slouží jako stabilní substrát pro produkci biofilmu a životní prostředí pro bezobratlé živočichy. Slouží jim jako útočiště, zdroj potravy, prostor ke kladení vajíček a jejich vývoj zahrnující i přeměnu v dospělé. Nepostradatelným prvkem ve vodním toku je především v tocích s jemnozrnným materiálem, jako je písek, hlína, jíl nebo spraš. Mnoho druhů je vyloženo na přítomnost dřeva těsně vázáno nebo jej více či méně potřebuje.

Bezobratlé organismy využívají veškeré části dřeva v jakémkoliv stádiu rozkladu. Nenarušený povrch je využíván k mechanickému přichycení, s pokračujícím rozpadem přibývá řas a mikroorganismů a následně přicházejí na řadu houby, které dřevo narušují a změkčují. Bezobratlí mohou dřevo rozmělnovat, některé druhy vrtají do dřeva otvory, jiné ho vyhlodávají a tímto se podílejí na rozkladu dřeva ve vodním prostředí. Dále se bezobratlí mohou živit jeho částčkami, a také se mohou živit předchozími organismy

podílejícími se na rozkladu dřeva. Velmi významným stanovištěm pro bezobratlé, jsou bobří hráze, nebo jiné podobné shluky mrtvého dřeva.

Vodní toky dostatečně zásobené mrtvým dřevem dosahují větších stavů ryb a vykazují celkově vyšší hodnoty druhové pestrosti a biomasy, než srovnatelné toky bez dřeva. Přítomnost dřeva nabízí velmi pestré funkční prostory významné pro život ryb i jiných vodních organismů (trdliště, stanoviště mladých ryb, úkryty před predátory a silným proudem, zimoviště nebo povodňová útočiště). Dřevo mimo jiné nabízí i pestřejší potravní nabídku (Derka et al., 2001; Siemens et al., 2005; Mott, 2006; Hrodey et al., 2008). V přirozených tocích, kde se mrtvé dřevo nenachází, je velmi důležité zastoupení pestré škály habitatů dna.

Problémem toků v České republice je napřímené, opevněné a většinou příliš úzké řečiště, bez rozdílných habitatů. S tím je spojený nedostatek ryb a i jiných organismů. Potřebné struktury je možné vytvořit pomocí mrtvého dřeva, tam kde je to možné tak rozšířit řečiště. Případně podporovat přirozené překládání trasy toku. Inspirací mohou být řeky obývané bobrem, stavějícím si hráze, které vykazují nárůsty stavů ryb (Siemens et al., 2005).

Mrtvé dřevo je vhodným prostředkem pro účinné a úsporné zlepšení struktury toku a posílení jeho členitosti. Technicky upravené vodní toky, po přidání mrtvého dřeva vytváří členité struktury, a je podpořen další samovolný rozvoj. Například vyvrácené stromy chrání břehy a vytvářejí stanoviště pro ryby. Kořeny nebo vršky stromů mohou stabilizovat dno písčonosných potoků. Za předpokladu dostatečného prostoru, může být revitalizace provedena pouze cíleným vkládáním mrtvého dřeva do toku, což je z hlediska nákladů nejvýhodnějším prostředkem, a pokud k těmto procesům využijeme například vánočních stromků, tak náklady ještě podstatně klesnou (Králová, 2001). Po určité době dochází k rozpadu mrtvého dřeva, ale v této době jsou již vytvořené fluvialně-morfometrické struktury koryta blízké přírodnímu toku (Langhammer, 2007). Velmi důležitou součástí revitalizací vodních toků je vysazování břehových porostů, které dlouhodobě dodávají dřevo do systému tekoucích vod.

Z hlediska biodiverzity je mrtvé dřevo nezastupitelné. Vyskytují se však situace z hlediska ochrany zdraví a majetku, kdy dřevo v toku může být nebezpečné. Volně naplavené a přirozeně se pohybující části mohou ucpat úzké mostní propustky, vede k zahrazení či ucpání koryta. Následně dochází ke vzdouvání hladiny, podemletí silničních komunikací nebo železničních tratí. V takovýchto případech musí být odstraněno. Na

jezech a elektrárnách mohou naplaveniny ovlivňovat funkčnost zařízení (Kožený et Simon, 2010).

Není nutné dřevo zcela odstranit, je možné ho odtáhnout do jiných, bezpečných úseků toku a tam ho zafixovat. Tímto způsobem nepřijdeme o žádný ekologicky cenný materiál a je to i ekonomicky výhodnější. Člověkem vložené dřevo do vodního toku musí být zajištěno technickými prostředky (např. ocelové lano, betonová kotva, nebo zakopání do břehu) (Siemens et al., 2005).

## **5. Habitaty**

Při probíhající revitalizaci vodního toku je velmi důležité posílit členitost koryta z hlediska osídlení. Dnový substrát by měl vyhovovat požadavkům cílových druhů organismů, které mají tvořit součást toku. Substrát by neměl být jednotvárný, protože jednotlivá vývojová stadia bezobratlých organismů se liší svými požadavky na substrát. Nejen pestrý dnový substrát, ale i napadané dřevo, které poskytuje mnoho úkrytů v korytě, má zásadní význam pro vodní organismy (obr. 2). Vhodné je zvláště v prvních letech po provedení úprav, kdy splňuje funkci podemletých kořenů nebo převislých větví nad hladinou (Just et al., 2003).

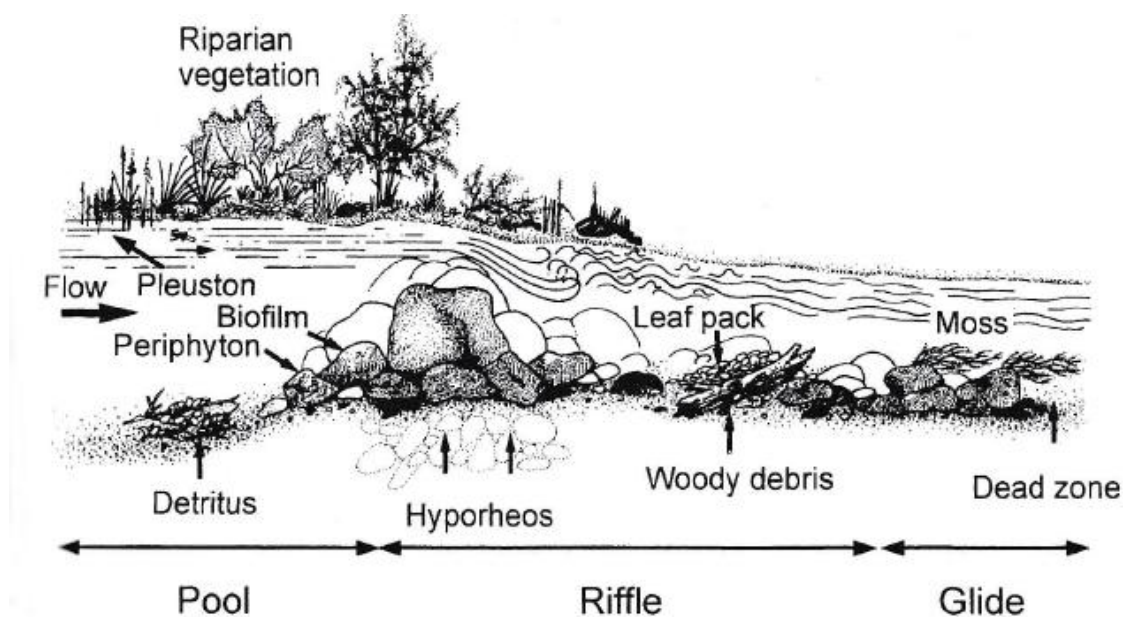
Na horním toku v prudce tekoucích vodách, kde převládá rychlý a turbulentní proud se nachází drsný substrát konkrétně kameny a balvany se štěrkopískovitými usazeninami. V této části toku je nutné brát v úvahu, že plocha hladiny neodpovídá celkové ploše kamenů na dně, podobně je to v tocích obohacených mrtvým dřevem (viz. kapitola Mrtvé dřevo str. 10). V případě kamenitého dna zasahuje vliv proudění do hloubky několika centimetrů mezi volné prostory ve vrstvě kamení. Osídlení kamenů je velmi nerovnoměrné, závisí nejen na jejich velikosti a tvaru, ale také na jejich expozici. Lellák et Kubíček (1991) tvrdí, že nejvíce byly oživeny ploché kameny o velikosti horní plochy kolem 150 cm<sup>2</sup>. Osídlení kamenů také závisí na přítomnosti vrstvy biofilmu (bakterie, houby, řasy), takovéto kameny jsou osídleny početnějšími zoobentony než kameny hladké a inkrustované.

V mírně tekoucích částech toku dominují štěrkopískovité a písčité usazeniny. Malé kameny, štěrk a písek jsou častěji v pohybu, potravně chudší a tudíž osidlovány méně hustými populacemi.

V oblastech pomalého proudu se před překážkami, jakými jsou například kameny nebo dřevní hmota, akumuluje detrit nebo opad listů, který je hojně využívaný makrozoobenty.

Jemný substrát se usazuje ve stínu velkých kamenů a balvanů a v oblastech kde je proud pomalý. Jedná se o stojaté vody a tůň. Převládají písčité až písčitobahnnité sedimenty. Bahnnité sedimenty jsou obohaceny o biomasu ze všech podkladů nejvíce, druhová rozmanitost je však nižší než na horním toku s kamenitým dnem.

V blízkosti břehů se vyskytuje vodní vegetace zahrnující makrofyta nebo zakořeňující vodní rostliny v mělkém substrátu (Lellák et Kubíček, 1991; Giller et Malmqvist, 2000).



Obrázek 2. Schéma pestrého říčního habitatu (Giller et Malmqvist, 2000).

## 5. 1. Typy habitatů ve vodním toku a jejich hlavní zástupci z řad makrozoobentosu

Řeky po celé své délce nabízejí širokou škálu mikrobiotopů a různých přírodních podmínek, což se odráží i v druhové pestrosti zde žijících organismů. Mnoho druhů bezobratlých má velmi specifické požadavky, a vyhledávají odlišná stanoviště, jejichž podmínkám se úspěšně přizpůsobily. Životní cyklus některých vývojových stádií bezobratlých je velmi rozdílný a jejich způsob života je uzpůsoben k využití rozdílných habitatů, a tak je nemůžeme jednoznačně zařadit do jedné kategorie. Příkladem mohou být druhy, jejichž dospělci ovládají vzdušné prostředí, ale larvy se vyvíjejí ve vodě např. vážky a jepice (Králová, 2001).



Zde jsou konkrétní příklady habitatů a jejich nejběžněji se vyskytujících zoobentů (Lellák et Kubiček, 1991):

- Horní část kamenů osidlují druhy potravně vázané na nárosty a na živiny z volné vody (larvy jepic (*Ephemeroptera*), muchniček (*Simulium*), pakomárů (*Chironomidae*), chrostíků (*Trichoptera*), brouků (*Coleoptera*) a plži (*Gastropoda*)).
- Spodní část kamenů je bohatá, co se týče pestrosti druhů díky jejich rozmanitým potravním a kyslíkovým nárokům nebo ve vývojové fázi fotofobních (ploštěnky (*Tubellaria*), pijavice (*Hirudinea*), plži (*Gastropoda*), korýši (*Crustacea*), jepice (*Ephemeroptera*), pošvatky (*Plecoptera*), chrostíci (*Trichoptera*), ploštice (*Heteroptera*), vodule (*Hydracarina*) a další).
- Štěrkový a štěrkopísčité substrát je velmi oblíbený bezobratlými živočichy. Ovšem k ochuzení společenstva dochází, jakmile se póry ve štěrku zanesou jemnějším sedimentem.
- Písčité dno je početně a především druhově nejchudší (ploštěnky (*Tubellaria*), hlístice (*Nematoda*), máloštětinatci (*Oligochaeta*), pakomáři (*Chironomidae*), chrostíci (*Trichoptera*), jepice (*Ephemeroptera*), pošvatky (*Plecoptera*), vodule (*Hydracarina*) a další).
- Habitaty bahnitého nebo bahnitopísčitého dna najdeme jak v tocích horských tak i v nížinných. V horských úsecích toků je jejich výskyt velmi chudý, protože se vhodný sediment vytváří jen v úzké příbřežní části koryta. Bohatší výskyt je u břehů a v tůňových úsecích středních částí toku, dále na soutocích řek, v meandrech, v nížinách a v deltách. V tocích nezatěžovaných znečištěním je množství organických látek malé a koncentrace kyslíku je dostatečná, což vede k existenci širokého druhového spektra organismů. Obecně zde najdeme méně druhů, početně však velmi bohaté (pakomáři (*Chironomidae*), jepice (*Plecoptera*), ploštice (*Heteroptera*), chrostíci (*Trichoptera*), vážky (*Odonata*), střechatky (*Megaloptera*), (*Coleoptera*), měkkýši a další).
- Hlinitá dna a břehy jsou omezena možností budování úkrytů (chodeb, jamek, rourek) nebo organismy využijí přichycovacích zařízení např. sítě chrostíků (jepice (*Ephemeroptera*), pakomáři (*Chironomidae*), chrostíci (*Trichoptera*), měkkýši (*Mollusca*)).
- Nárosty vláknitých řas nebo listový opad, jsou velmi obvyklým značně kolonizovaným stanovištěm bezobratlých, jejich povrch je pro mnoho druhů ideálním prostředím

(muchničky (*Simulium*), pakomáři (*Chironomidae*), chrostíci (*Trichoptera*), pošvatky (*Plecoptera*), atd.). Jak popisuje Siemens et al. (2005) některé druhy v nánosech listů dosahují mimořádně velkých hustot výskytu. Ve spolupráci s mikroorganismy listů rozkládají. Habitat obohacený spadáním listů má pro bezobratlé velký význam, a slouží jim i jako zimoviště.

Řasy se však objevují jako důsledek organického znečištění nebo úpravy koryta. Podobně jako v habitatech s bahnitým dnem zde najdeme velké množství jedinců, ale nízkou druhovou pestrost. Řeky chudé na vodní vegetaci nahrazují kořeny stromů, které vytváří velmi významný a těžce nahraditelný biotop (Králová, 2001).

Velký podíl vodních bezobratlých jsou všežravci, zpracovávají různé druhy potravních zdrojů v tekoucím prostředí, odlišnými způsoby (Giller et Malmqvist, 2000). Habitaty můžeme také charakterizovat podle vzájemného poměru základních potravních skupin bezobratlých. Jedná se o typy potravních skupin (functional feeding groups) charakterizované autory Lellák et Kubíček (1991), Giller et Malmqvist (2000) a Hershey et al. (2010):

- Drtiči (shedders), kteří kouskují větší části fytohmoty na menší - rozkládají listový opad, pletiva makrofyt nebo mrtvé dřevo.
- Sběrači (collectors – collectors gathers, collectors filterers) vychytávají potravní částice z vodního sloupce a na dně pomocí filtračních zařízení.
- Spásáči (gratzers) a seškrabávači (scrapers) spásají nebo seškrabávají potravu z povrchu předmětů ponořených do vody, jedná se především o nároty řas nebo jiných přisedle žijících organismů.
- Predátoři (predators) se živí živými živočichy (pohlcují nebo nabodávají).
- „Napichovači“ (macrophyte pierces) – napichují pletiva makrofyt nebo kořeny hydrofyt a vysávají tekutinu.
- Paraziti, kteří se vyvíjejí na vodním hmyzu nebo uvnitř jejich těl a obvykle je zabijí.

I přesto, že z výše uvedených potravních skupin můžeme usuzovat, že jednotlivé druhy makrozoobentosu lze zařadit do určité potravní skupiny, je ve skutečnosti většina druhů známa změnou svých potravních zvyků v průběhu svého životního cyklu. Jako příklad je možné uvést životní cyklus u vybraných druhů *Diptera*, *Trichoptera* a *Coleoptera*, kdy se jednotlivé fáze vývoje odlišují potravními zvyklostmi např. sběrači - škrábači - predátoři. Naopak jsou druhy, které jsou všežravé po celý život (Hershey et al. 2010).

Výskyt typů potravních skupin můžeme předvídat i v jednotlivých úsecích toku. Pro pramenné oblasti, většinou zastíněné pobřežní vegetací, která zásobuje vodní tok detritem, je dominantní výskyt drtičů. V této části toku dominují i collectors gathers a collectors filterers, kteří vychytávají částečky potravy z vody pomocí filtračních zařízení. Střední část toku, která je chudá na vegetaci, je díky světlu bohatá nárůstem řas, což má za následek převážný výskyt škrabačů a spásačů, s tím že filtrátoři stále zůstávají. Pro dolní toky je typický výskyt sběračů, kteří vychytávají částečky potravy vyskytující se rozptýleně ve vodním sloupci. Predátoři se ve stabilním poměru vyskytují napříč celým tokem (Hershey et al., 2010).

## **6. Makrozoobentos**

Dominantní bezobratlí většiny toků jsou larvy hmyzu. Zejména *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*, *Diptera* s nejdominantnějšími čeleděmi *Chironomidae* a *Simuliidae* dále *Odonata*, *Coleoptera* a *Hemiptera*. Dále ve vodních tocích nalézáme červi *Annelida* s máloštětinatci (*Oligochaeta*) a pijavice (*Hirudinea*). Poslední významné skupiny jsou *Mollusca* a *Crustacea* (Giller et Malmqvist, 2000). Ve sledované oblasti byla většina zde jmenovaných bezobratlých nalezena (viz kapitola Výsledky str. 30).

### **6.1. Funkce makrozoobentosu ve vodním toku**

Společenstva bezobratlých plní ve vodním toku celou řadu důležitých funkcí (Lellák et Kubiček, 1991; Králová, 2001). Ovlivňují koloběh živin, jejich přeměnu a přenos z jedné části ekosystému do druhé. Jako potravní zdroj jim slouží bakteriomasa a fytomasa, a samotní bezobratlí slouží jako potrava pro větší druhy dravých bezobratlých, ryb, obojživelníků, některých ptáků a rejsků. Jsou citliví na změny v biotopu a na přítomnost organického znečištění vody, jsou tedy vhodnou skupinou pro sledování kvality vod a k průběžnému monitorování fyzikálních a chemických podmínek v řece (Lellák et Kubiček, 1991; Králová, 2001).

### **6.2. Využití bezobratlých pro monitoring znečištění vodních toků i pro hodnocení vlivu vodohospodářských úprav**

Mezi hlavní výhody monitoringu bezobratlých patří početnost a druhová pestrost ve všech sladkovodních biotopech. Mají relativně malou pohyblivost, díky tomu je můžeme považovat za stálé obyvatele habitatu a tím odráží podmínky na místě odchytu. Životní

cyklus, který není u většiny druhů delší než 6 měsíců, poskytuje okamžitý přehled o podmínkách ve vodním prostředí. Mají schopnost rychle osidlovat vhodné tekoucí vody, vykazují dobrou reakci na stresy i na zhoršené životní podmínky. Slouží jako indikátor kvality sladkovodních ekosystémů. Kvantitativní vzorkování na úroveň čeledě je nenákladné a relativně nenáročné díky dobře propracované taxonomii.

Nevýhody monitorování sledování bezobratlých jsou oproti výhodám jen nepatrné. Výskyt bezobratlých vykazuje sezónní změny a jejich má vliv na složení substrátu (Kokeš et Vojtíšková, 1999; Králová, 2001; Hershey, 2010).

## **7. Aplikované metody a zdroje dat**

### **7.1. Odběry makrozoobentosu**

Vzorky makrozoobentosu pro tuto práci byly odebrány metodou Perla (Kokeš, Němcová 2006), a to na třech přítocích horní Blanice dne 15. 6. 2012. Jedná se o tyto vodní toky – Tetřívčí potok a dva přítoky Zbytinského potoka: levostranný bezejmenný a pravostranný Sviňovický potok.

Při odlovu postupujeme proti proudu řeky, ruční bentosová síť (velikosti ok 500  $\mu$ m) je držena kolmo proti proudící vodě a zachytává uvolněný materiál. Materiál se uvolňuje rozkopáváním a rozvířováním dnového substrátu nohou do hloubky 5 – 10 cm. Tato metoda je vhodná v substrátech zrnitostní kategorie písek-šterk, v kamenitých a balvanitých částech toku je nutno kameny obracet případně i omýt rukou, přisedlé organismy odebrat entomologickou pinzetou a přidat ke vzorku. (Králová, 2001; Kokeš et Němcová, 2006). Odběr na jenom toku probíhá 3 minuty (nepočítá se čas přesunu, pouze čistý čas odlovu).

Odebraný materiál byl zafixován 96 % etanolem. Organismy byly roztrženy pomocí binokulární lupy do čeledí v ekohydrologické laboratoři katedry fyzické geografie a geoekologie. Po determinaci byly vzorky fixovány 70 % etanolem (Rozkošný, 1980; Kokeš et Němcová, 2006).

V této práci je porovnána diverzita makrozoobentosu Sviňovického a Tetřívčího potoka. Údaje z Tetřívčího potoka byly převzaty z bakalářské práce Altmanna (2013), který se zaměřil na determinaci vzorků z tohoto profilu.

## 7.2. Odběry vody pro chemickou analýzu

Odběry vody ve sledované lokalitě probíhají již od roku 2006 pod vedením Dr. Klimenta a Dr. Matouškové. Voda se odebírá do 1,5 l pet lahví a následně probíhá analýza základních parametrů jakosti vody v laboratoři Ústavu životního prostředí v Praze pod vedením Ing. Benešové. Od roku 2014 se provádí doplňující analýzy jakosti vody zaměřené na živiny v laboratoři Ekohydrologie KFGG pod vedením Dr. Matouškové.

Přímo v terénu je měřena teplota, pH, konduktivita a obsahu kyslíku. Měření se provádí pomocí přístroje Multimetr HQ40-D Hach-Lange.

## 7.3. Metodické postupy při zpracování vzorků

Vyhodnocení makrozoobentosu Sviňovického potoka bylo provedeno pomocí BMWP skóre (Biological Monitoring Working Party Score) a ASPT indexu (Average Score Per Taxon) (Armitage et al., 1983 in Kokeš et Vojtíšková, 1999). BMWP skóre a ASPT index se využívají se při kvalitativních odběrech a hodnotí společenstvo z hlediska vybraného faktoru, v našem případě organické znečištění. Společenstvo se identifikuje na úroveň čeledí (systematických jednotek = SU). Ve výsledné hodnotě se ztrácí individualita jednotlivých čeledí, ale zároveň nedochází ke ztrátě rozmanitosti společenstva. BMWP skóre je suma bodových hodnocení stanovených autory pro jednotlivé čeledi. Bodové hodnocení čeledí bylo určeno na základě jejich stupně tolerance k organickému znečištění. ASPT index byl zaveden, protože BMWP hodnota nemá horní limit a není závislá na bohatosti vzorku. ASPT index vypočítáme pomocí BMWP indexu, jedná se o podíl BMWP indexu a sumou systematických jednotek (Kokeš et Vojtíšková, 1999).

$$BMWP = \Sigma \text{skóre}$$

$$ASPT = \frac{BMWP}{\Sigma SU}$$

Tabulky a grafy výsledků byly vypracovány v Microsoft Office 2007.

Mapové podklady pro tuto práci byly vytvořeny v programu ArcGIS. Následně byla mapa převedena do programu CorelDRAW X3, ve kterém se vypracovali další mapové prvky.

## **7.4. Zdroje dat**

Vzorky makrozoobentosu byly odebrány 15. 6. 2012 Dr. Matouškovou a Bc. Altmannem. Osobně jsem se účastnila odběrů a měření chemismu vody ve sledované lokalitě v termínech 10. – 12. 2. 2014 a 25. – 26. 3. 2014. I přesto, že se tato práce chemismem vody nezabývá, jsou naměřené hodnoty jako doplňující uvedeny v příloze (příloha 2).

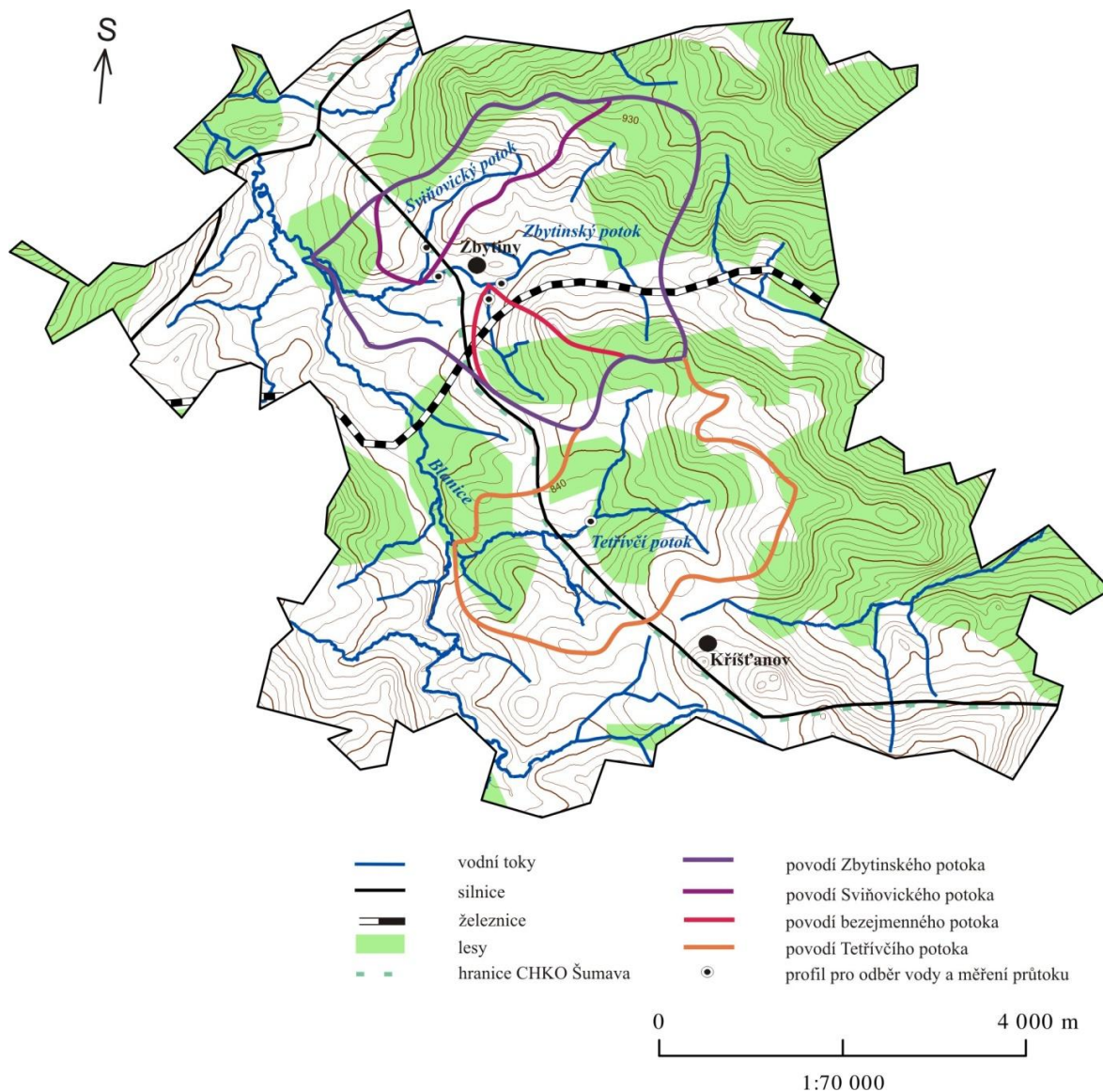
Podkladovou mapu tvoří vrstva obcí Zbytiny a Kříšťanov, dále byly přidány vrstevnice generalizované na interval 10 m, další vrstvy jsou silnice, železnice a řeky.

## **8. Charakteristika zájmového území**

Povodí horní Blanice se nachází v jižních Čechách západně od Českých Budějovic v Šumavském podhůří. Šumava je velmi významnou pramennou oblastí a její toky, především v horní části jsou poměrně málo kontaminovány škodlivinami. Plocha povodí je přibližně 800 km<sup>2</sup>. Zájmové území tj. povodí horní Blanice se rozprostírá od pramene Blanice až po profil státní monitorovací sítě CHMÚ Blanický mlýn. Tato práce se detailněji zabývá povodími Tetřívčího potoka a dvěma pravostrannými přítoky Zbytinského potoka (obr. 3).

### **8.1. Povodí Blanice**

Řeka Blanice pramení na severním svahu Knížecího stolce v nadmořské výšce 972 m u bývalé osady Zlatá ve Vojenském výcvikovém areálu Boletice a směřuje k severovýchodu. Délka toku je 93 km a plocha povodí je 860 km<sup>2</sup>. Vlévá se do Otavy v nadmořské výšce 362 m na jejím 32,7 kilometru a je jejím pravostranným přítokem. Říční síť je mírně asymetrická s převahou pravostranných přítoků. Hlavními přítoky na horním toku Blanice (po Blanický mlýn) jsou pravostranný Puchléřský, Tetřívčí a Zbytinský. Levostrannými přítoky jsou Černý a Magdalénský potok. Podle Graveliovy řádovosti je Blanice vodní tok 4. řádu, spadá do povodí Labe a úmoří Baltského moře (Kohoutek et al., 1987; Hryzáková, 2008; Malý, 2009; Tulachová, 2012).



Obrázek 3. Mapa zájmových povodí

Zdroj: ARCDATA, DIBAVOD

## 8.2. Sociálně-geografická charakteristika

Zájmové území je typické malou zástavbou a nízkou hustotou zalidnění pohybující se okolo 1,2 obyv./km<sup>2</sup>. Největšími sídly jsou Zbytiny s 319 obyvateli a Křišťanov se 108 obyvateli (Ministerstvo vnitra České republiky, 2014). Zájmovým územím prochází silnice II/165 spojující obce Zbytiny a Křišťanov.

Ve druhé polovině 20. století byla oblast povodí Zbytinského potoka hojně zemědělsky využívána, z tohoto důvodu došlo k odvodnění až 27 % území pomocí podpovrchové trubkové drenážní sítě. K podobné situaci došlo i v povodí Tetřivčího potoka, kde do dnes nacházíme výskyt bohaté sítě povrchových uměle vytvořených kanálů, které také v minulosti sloužili k odvodnění zemědělsky využívaných ploch (Malý, 2009).

V současnosti se jedná o člověkem málo ovlivněné území s převahou primárního sektoru. Jsou zde vhodné podmínky pro chov dobytka (ovce, skot) a lesní hospodářství. Pokračujícím trendem je úbytek orné půdy (Hryzáková, 2008).

V povodí Zbytinského potoka převažují sečené louky 56 %, následují lesy s převahou smrku a méně zastoupeny borovicí. Zastavěná plocha zaujímá 2,3 %. Naopak povodí Tetřivčího potoka je ze dvou třetin zalesněno s převahou jehličnatého lesa a zastavěná plocha se rozprostírá pouze na 0,7 % (Malý, 2009).

### **8.3. Geomorfologie**

Povodí horní Blanice řadíme do geomorfologické jednotky Šumava, řadící se do geologického celku moldanubika, jež je typický středně až silně metamorfovanými horninami. Oblast je součástí Šumavské hornatiny, konkrétně Želetavské hornatiny. Střední výška reliéfu se pohybuje mezi 600 – 1000 m n. m. a postupně se zvyšuje směrem k jihu. Na horním toku Blanice převažují kopcovité tvary reliéfu a tak většina toků podhůří teče mělce zahloubenými údolními (Vondra, 2004; Tulachová, 2012).

### **8.4. Klima**

V oblasti horního toku Blanice je perhumidní podnebí a převládá oceánický charakter klimatu s chladnějším jarem a teplejším podzimem. V důsledku výškového a reliéfového efektu průměrné roční teploty i úhrny srážek značně kolísají. Průměrná roční teplota se pohybuje okolo 4,4 °C – 6,5 °C a srážky v rozmezí 863 mm – 997 mm. Ve vegetačním období je průměrná teplota okolo 10,7 °C a průměrné srážky okolo 540 mm. Časné a pozdní mrazy způsobují v této oblasti velké škody (Hátle et al., 1996).

Z atlasu podnebí podle Koppenovy klasifikace (Tolasz et al., 2007) spadá povodí do kategorie Dfb, v tomto pásmu průměrná teplota nejteplejšího měsíce převyšuje 10 °C a teplota nejhladnějšího měsíce je pod -3 °C. Množství srážek v nejvlhčím letním měsíci je vyšší než toto množství v nejsušším zimním měsíci, ale méně než desetkrát. Zároveň úhrn srážek v nejvlhčím zimním měsíci je menší než trojnásobek úhrnu srážek v nejsušším letním měsíci. Pouze jeden až tři měsíce mají průměrnou teplotu větší než 10 °C.

Podle Quitta (1971) patří oblast do klimatické oblasti CH7, která se projevuje velmi krátkým až krátkým, mírně chladným a vlhkým létem. Jaro je mírně chladné a podzim je mírný. Dlouho trvající sněhová pokrývka je v období dlouhé, mírné až mírně vlhké zimy.



## 8.5. Pedologie

Lesní společenstva v oblasti Šumavy jsou typická nižší druhovou pestrostí fytocenóz, což je ovlivněno geologickým podložím, reliéfem a půdami chudými na obsah vápníku. Mezi nejčastější terestrické půdní typy patří kryptopodzoly a kambizemě. Významně zastoupeným půdním typem je též glej (resp. glej zrašeliněný), úzce vázaný na lokality s výskytem trvale zvýšené hladiny spodní vody (Vondra 2004; Culek, 1996). Podle půdní mapy v měřítku 1: 50 000 České geologické služby (2012) převažuje ve sledovaném území kambizem mesobasická následovaná kryptopodzolem modálním. Obě tyto půdy jsou typické pro podhorské oblasti (Hintnaus, 2011). V místech s výskytem zvýšené podzemní vody je typický glej histický a kambizem oglejená mesobasická. Podél toku Blanice převažuje fluvizem modální.

## 8.6. Vegetace

Díky pozdnímu osidlování popisované oblasti je druhová skladba místy ještě blízká původnímu složení (smrk, jedle, buk, klen, jilm). Podle mapy potenciální přirozené vegetace České republiky (1998) by zde měla plošně převládat bučina s kyčelnicí devítilistou. V současné době jsou bučiny z velké části nahrazeny nepřirozenými jehličnatými formacemi (Vondra, 2004). I přesto je Šumava nejrozsáhlejší zalesněná oblast ve střední Evropě (Culek, 1996).

## 8.7. Územní ochrana

Téměř 80 % se nachází v Chráněné krajinné oblasti Šumava. CHKO Šumava byla založena v roce 1963 a to na ploše 1630 km<sup>2</sup>. Od roku 1990 spadá pod biosférické rezervace UNESCO. Dnes se její území rozprostírá na 94 500 hektarech. Hlavním předmětem ochrany v této oblasti jsou zbytky přírodních ekosystémů a kulturní krajina (Hátle et al., 1996).

Součástí území jsou i čtyři ZCHÚ. Prvním z nich je NPP Prameniště Blanice v nejhořejším toku stejnojmenné řeky, která je důležitá svým výskytem mokřadů, luk, polí, lesů a cenných společenství. Byla vyhlášena především díky výskytu populace vzácného a kriticky ohroženého mlže perlorodky říční (*Margaritifera margaritifera*), za účelem ochránit biotop s jejím výskytem, který je nejvyšší ve střední Evropě (Balák et al., 2006). Perlorodka říční slouží jako indikátor nejčistší vody v toku a důkaz neporušeného

ekosystému. Má zcela specifické požadavky na chemické složení vody, teplotní a fyzikální poměry a složení dnových sedimentů (Hujslová, 2010).

V roce 1995 byl v rámci českoněmecké spolupráce poprvé proveden pokus o umělé pěstování mladých mlžů v toku. Na Blanici v chovné stanici perlorodky říční byli infikováni pstruzi glochidiemi z Lužního potoka. Nadále zde probíhá záchranný program perlorodky říční zaměřený na polopřirozené rozmnožování. V roce 2010 byl celkový počet jedinců 10 120, což je nejpočetnější populace v České republice (AOPK, 2013). Diplomová práce (Tulachová, 2012) zabývající se perlorodkou zaznamenala za roky 2009 – 2011, 4 procenta mladých jedinců z celkové populace. S ohledem na výskyt jejích populací jsou prováděny veškeré úpravy v povodí Zbytinského potoka (Hujslová, 2010).

Mezi zbylé tři zvláště chráněné oblasti patří PR Pod Farským vrchem s bývalými významnými jalovcovými pastvinami a rašelinnými společenstvy. Dále PP Vyšný – Křišťanov a poslední PP Pod Sviňovicemi, kde je významná louka se šafránem bělokvětým.

Od roku 2005 spadá daná oblast pod natura 2000, jako ptačí oblast, i jako evropsky významné lokality Šumava a Boletice (Hryzáková 2008).

## **8.8. Zájmové vodní toky**

### **8.8.1. Zbytinský potok**

Zbytinský potok je pravostranným přítokem na horním toku Blanice, ústí do Blanice v NPR Prameniště Blanice v lokalitě U Suchých. Pramení v nadmořské výšce 870 m na úpatí vrchu Mošna. Celková délka toku je 4,9 km a plocha povodí činí 9,72 km<sup>2</sup>.

Největší území v povodí Zbytinského potoka zaujímají louky (63 %), převážně louky sečené. Jednu třetinu zaujímají lesy (35 %) s převahou jehličnatých (21 %). Zastavěná plocha tvoří více než 2 % území (Malý, 2009).

Povodí Zbytinského potoka je charakteristické vysokým podílem antropogenně upravených koryt na celkové délce toku. V roce 1975 bylo koryto vydlážděno betonovými prefabrikáty, s geometricky pravidelným, lichoběžníkovým tvarem příčného profilu koryta (Vondra, 2004).

Zbytinský potok podle Hryzákové (2008) je hodnocen jako nejvíce antropogenně ovlivněný tok v zájmovém území se znečištěnou vodou. V úseku provedené revitalizace na Sviňovickém potoce odpovídá kvalita vody mírně znečištěné. Oba tyto toky jsou řazeny z hlediska ekomorfologického stavu mezi přírodní až mírně antropogenně ovlivněné. Kvůli

zlepšení podmínek v NPP Blanice byla na Zbytinském potoce postavena čistírna odpadních vod pro cca EO s dočišťovací malou nádrží a byla dostavena i kanalizace.

V povodí Zbytinského potoka se tato práce věnuje bezejmennému levostrannému a pravostrannému Sviňovickému potoku. Dalším zájmovým tokem je Tetřívčí potok, mimo toto povodí.

### **8.8.2. Bezejmenný levostranný přítok Zbytinského potoka**

Levostranný přítok je VI. řádu, ústící do Zbytinského potoka v obci Zbytiny v nadmořské výšce 785 m. Pramení v nadmořské výšce 850 m v jehličnatém lese a do obce, pokračuje přes louky, které jsou dnes využívány pouze k senoseči. Plocha povodí činí 1,56 km<sup>2</sup>. V obci Zbytiny, 60 metrů před ústím do Zbytinského potoka se nachází odběrový profil. Několik metrů nad profilem je tok lemován náletovými dřevinami, zejména vrbou (obr. 4) (Malý, 2009).

Koryto je lichoběžníkovitého tvaru a je opevněno betonovými deskami, které jsou místy již narušeny. V povodí bezejmenného toku se nachází dnes už neudržovaný systém drenáží, který odvodňuje přilehlé svahy. O neudržovanosti drenáží svědčí zamokřené plochy podél toku. Systém byl využíván do roku 1989 a to pro odvodnění nadměrně vodou zásobené orné půdy, která byla po uvedeném roce zatravněna (Altmann, 2013).



Obrázek 4: Levostranný přítok s hladinoměrem a srážkoměrem KFGG PřF UK v Praze

Foto: Matoušková

### 8.8.3. Sviňovický potok

Pramení nedaleko osady Sviňovice, SSZ od obce Zbytiny. Je pravostranným přítokem Zbytinského potoka, do kterého ústí v nadmořské výšce 775 m. Povodí Sviňovického potoka je velmi důležité z hlediska ochrany přírody, jelikož pramení nedaleko PP Pod Sviňovicemi a nejjižnější část povodí spadá do CHKO Šumava. Rozloha povodí činí téměř 1,6 km<sup>2</sup> a délka toku je přibližně 1,8 km. Podle absolutní řádové klasifikace je tento tok VI. řádu. V minulosti bylo koryto napřímeno, vybetonováno a okolní pozemky byly odvodněny.

V 70. a 80. letech minulého století byly pozemky kolem Sviňovického potoka odvodněny a koryto bylo napřímeno a vybetonováno. V roce 2005, zde proběhla revitalizace (popsáno níže, str. 28). V současné době jsou plochy kolem potoka zatravněny a využívány jako louky a pastviny s chovem skotu, který má za následek znečištění (obr. 5 a 6) (Kliment et al, 2008; Hujšlová, 2010).



Obrázek 5. Sviňovický potok (vlevo), horní tok s vybetonovaným korytem (březen 2014)

Obrázek 6. Sviňovický potok (vpravo), revitalizovaný úsek ve spodní části toku (březen 2014)

Foto: Nováková

#### **8.8.3.1. Revitalizace Zbytinského a Sviňovického potoka**

Na jaře v roce 2005 byla v tomto povodí provedena revitalizace části Zbytinského potoka v úseku dlouhém 0,739 km a jeho pravostranného přítoku Sviňovického potoka o délce 1,45 km (Hujšlová, 2010).

Cílem revitalizace bylo obnovení základních parametrů říčního biotopu jako snížení rychlosti vody v korytě, zvětšení hloubky stálé hladiny vody, vytvoření proudových stínů pro akumulaci splavenin a dále zvýšení samočisticí schopnosti vody a zpomalení odtoku vody z krajiny.

Při zpracování projektu, byl proveden výzkum zájmového území (Kliment et al 2008). Prokázalo se, že meliorační úpravy v minulosti měly za následek radikální změny biotopů obou toků, potlačení rozvoje vodní fauny a flóry a koryto bylo značně prohloubeno.

Koryta toků byla osvobozena od zpevnění betonovými prefabrikáty a ponechána samovolnému fluvialně-morfologickému vývoji a tím došlo k navrácení přírodě blízkému charakteru. Po úseku bylo vytvořeno 20 kamenných prahů, které měly přispět ke zlepšení stability dna a svahu a zvýšení heterogenity koryta. Rozmístění prahů bylo navrženo tak, aby se střídaly klidné úseky – tůň s úseky prudkými s rychlým prouděním – přeje.

Pro rychlejší navrácení k přírodě blízkého toku je důležitá existence břehové vegetace. Kolem toku, v nepravidelných úsecích s různými vzdálenostmi od sebe, byla vysázena doprovodná vegetace – olše lepkavá, olše šedá, jasan ztepilý, vrba nachová, vrba popelavá a bříza bělokorá. Prozatím však břehové porosty neplní plně svou funkci a do vodního toku nemohou přirozeně přidat dřevo, které by pomohlo zvýšit heterogenitu toku.

Součástí revitalizace bylo i vytvoření dvou mokřadních ploch a odstranění plošné drenáže odvodněných pozemků o celkové ploše 5,5 ha (Matoušková, 2007; Kliment et al., 2008; Hujšlová, 2010).

#### **8.8.4. Tetřívčí potok**

Tetřívčí potok (obr. 7) pramení v nadmořské výšce 890 m n. m. mezi obcemi Koryto a Kříšťanov. Délka toku je 4 km a plocha povodí je 6,1 km<sup>2</sup>. Má tři bezejmenné přítoky. Sám Tetřívčí potok je pravostranným přítokem Blanice a podle absolutní řádovosti se jedná o tok V. řádu. Převážnou část povodí zaujímají lesy (68 %) a to především smrkové porosty.



V současnosti v okolí Tetřívčího potoka nacházíme bohatou síť povrchových, uměle vytvořených kanálů, které měly v minulosti sloužit k odvodnění zemědělsky využívaných ploch. Dnes už síť není udržována (Malý, 2009).

Nedaleko pramenné oblasti potoka se v obci Kříšťanov nachází čistírna odpadních vod pro 108 obyvatel. Jedná se o samostatnou balenou čistírnu odpadních vod v areálu ZD Ktiš s vyústěním do přítoku Tetřívčího potoka (Hryzáková, 2008).

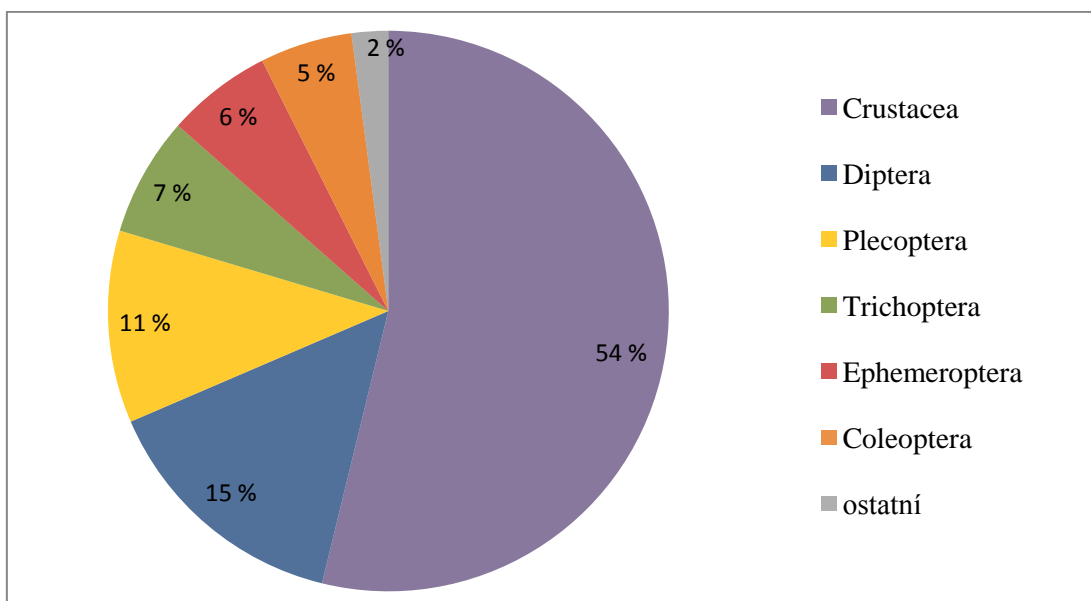
Tento tok je příkladem přirozených morfofluviálních struktur se střídáním peřejnatých pasáží a tůní. Je hodnocen II. třídou jakosti vody (Hryzáková, 2008). Jedná se o velmi přírodě blízký tok, který je zásoben mrtvým dřevem z okolního především jehličnatého lesa.



Obrázek 7. Tetřívčí potok s měrným přelivem a hladinoměrem KFGG PŘF UK v Praze.

## 9. Výsledky

### 9.1. Společenstvo makrozoobentosu Sviňovického potoka

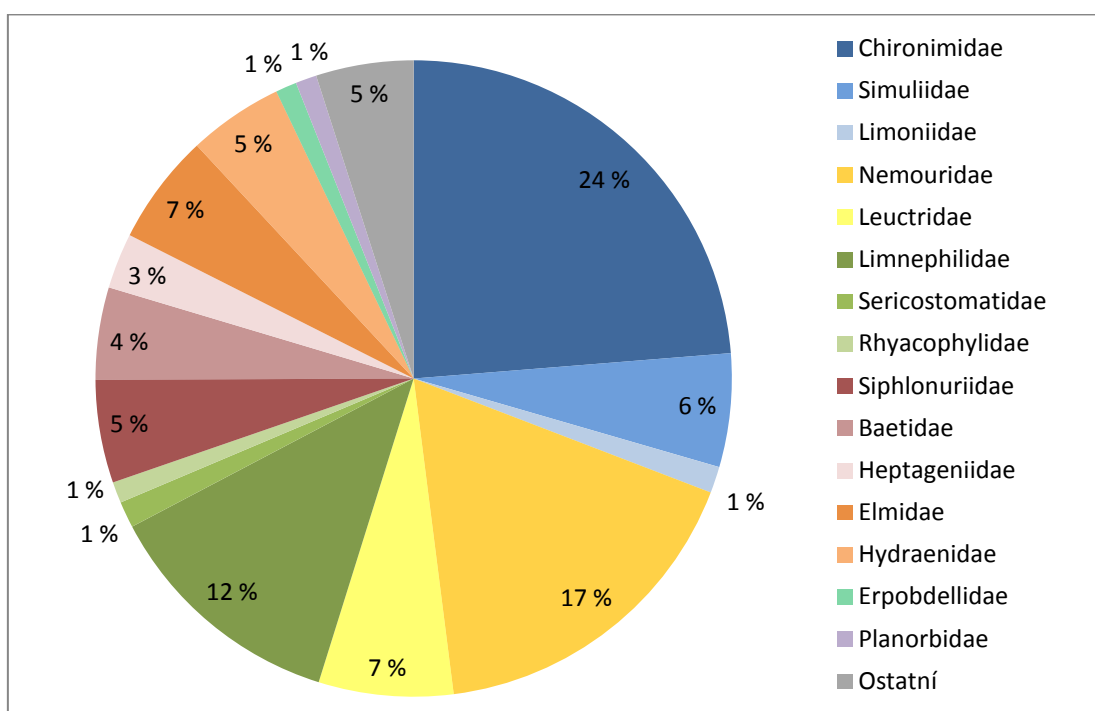


Graf 1. Procentuální zastoupení nejpočetnějších řádů ve Sviňovickém potoce

Do kategorie ostatní patří řády, jejichž hodnoty byly 8 a méně jedinců (*Arhynchobdellida*, *Rhynchobdellida*, *Pulmonata*, *Caenogastropoda*, *Odonata*, *Acari*, *Opisthopora*, *Platyhelminthes*).

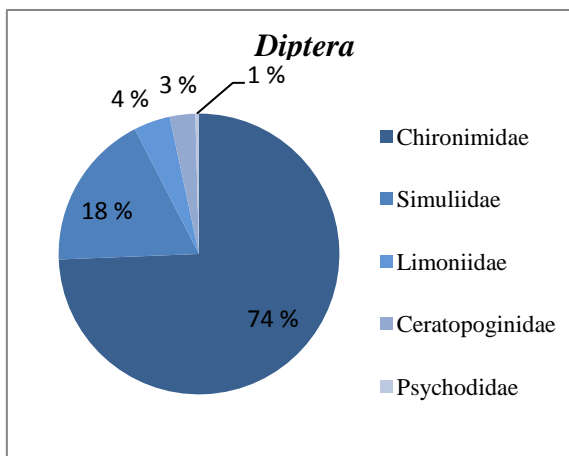
Z odebraného vzorku byla nejdominantnější čeleď *Gammaridae* z třídy *Crustaceae*, která zaujímala 54 % z celkového počtu jedinců (graf 1). Procentuální zastoupení dalších skupin bylo pro vyšší přehlednost spočítáno bez čeledi *Gammaridae* (graf 2). Další hojnou skupinou byl řád *Diptera* (graf 3) s největším zastoupením čeledi *Chironomidae* – pakomáři 24 %. Druhou významnou čeledí z taxonu *Diptera* je *Simuliidae* 6 % a dále následují již ne tolik početně významné čeledi *Limoniidae*, *Ceratopogoniidae* a *Psychodidae*. Třetí nejpočetnější skupinou makrozoobentosu je čeleď *Nemouridae*, která je řazena mezi pošvatky *Plecoptera* a zaujímá 17 %. Pošvatky byly zastoupeny ještě jednou čeledí a to *Leuctridae* 7%. Chrostíci *Trichoptera* (graf 4) byli zastoupeni třemi čeleděmi, z nichž nejbohatší je *Limnephilidae* 12 %, následují *Sericostomatidae* a *Rhyacophylidae* s počty pod deset jedinců. *Ephemeroptera* jepice (graf 5) jsou prezentovány čtyřmi čeleděmi, nejbohatší *Siphonuriidae* 5 % a *Baetidae* 4 %, početně chudší *Heptageniidae* 3 % a *Ephemeridae* jen se třemi jedinci. Brouci *Coleoptera* (graf 6) byli zastoupeni celkem pěti čeleděmi, nejpočetnější byla *Elmidae* 7 %, kde byli nalezeni i dva dospělci, dále *Hydraenidae* zastoupeni pouze dospělými jedinci 5 %, *Scirtidae*,

*Hydrophilidae* se dvěma dospělci a poslední *Curculionidae* s jedním dospělcem a jednou larvou. Ve vzorku byly také nalezeny dvě čeledi *Hirudinea* s nevýznamnými počty, početnější *Erpobdelidae* a *Glossiphoniidae*. *Molusca* měli řád *Pulmonata* plicnatí s osmi jedinci čeledi *Planorbidae* a řádem *Caenogastropoda* s čeledí *Bithyniidae* prezentovanou jen dvěma jedinci. Vážky *Odonata* byly zastoupeny jedním druhem z čeledi *Gomphiidae* klínatkovití. Poslední čeledí s opět jedním jedincem je *Hydracarina* patřící do řádu *Acari* roztoči. Dále byla nalezena čeleď *Lumbricidae* žížalovití se čtyřmi jedinci a čeleď *Tubellaria* ploštěnky se sedmi jedinci, obě tyto skupiny se nepodařilo blíže determinovat.

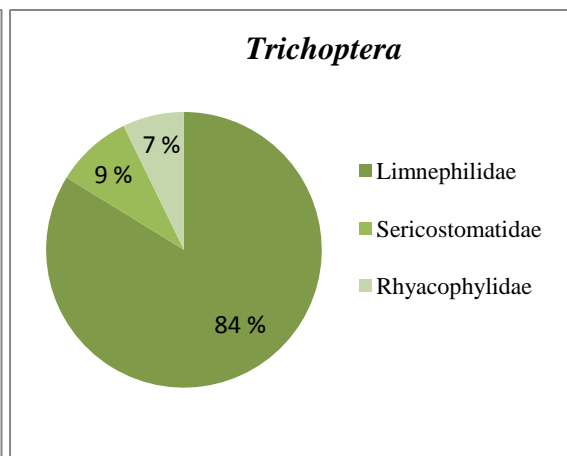


Graf 2. Procentuální zastoupení jednotlivých čeledí ve vzorku mimo čeleď *Gammameridae*. Pro přehlednost do kategorie ostatní jsou zařazeny tyto čeledi: *Ceratopoginidae*, *Psychodidae*, *Ephemeridae*, *Scirtidae*, *Hydrophilidae*, *Curculionidae*, *Glossiphonia*, *Bithyniidae*, *Gomphidae*, *Hydracarina*, *Lumbricidae* a *Tubellaria* jejichž procentuální zastoupení bylo menší než 1 %, na počet jedinců je to 7 a méně.

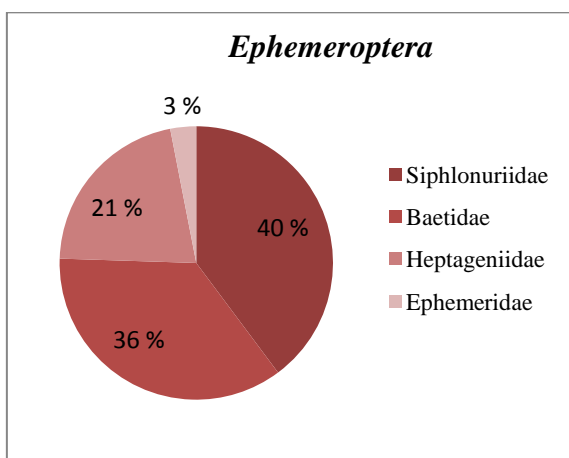




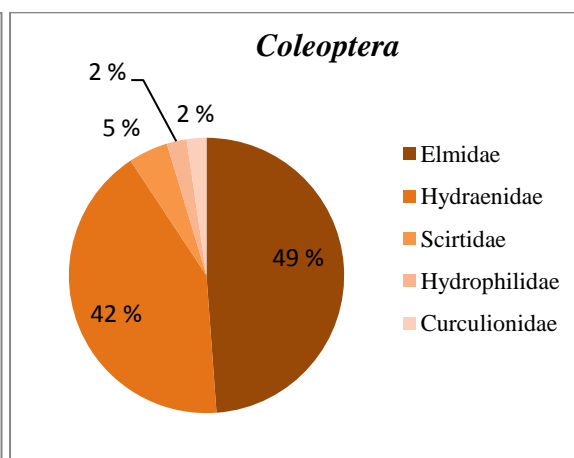
Graf 3. Zastoupení čeledi *Diptera*



Graf 4. Zastoupení čeledi *Trichoptera*



Graf 5. Zastoupení čeledi *Ephemeroptera*



Graf 6. Zastoupení čeledi *Coleoptera*

## 9.2. Charakteristika nejpočetnějších čeledí z hlediska habitatů a jejich potravních nároků

Řád *Crustacea* byl zastoupen jedinou čeledí a jediným rodem *Gammarus*. V pramenných oblastech jsou velmi hojní, převážně tam kde mají stabilní písčité substrát a dostatek potravy. Vyskytují se v tmavých částech, tudíž obvykle postrádají oči a nejsou pigmentovaní. Jedná se o detritivory. Jsou velmi důležitou součástí potravního řetězce (Giller et Malmqvist, 2000).

Dvoukřídli *Diptera* s nejrozšířenější čeledí *Chironomidae*, která osidluje všechny typy trvalých i dočasných habitatů. Larvy jsou důležitou součástí potravního řetězce, slouží jako kořist pro jiný hmyz a potrava pro mnoho druhů ryb. Mají široký potravní habitat, jsou herbivoři a detritivoři, kteří se pasou na jemných částech na substrátech, ale někteří si stavějí sítě filtrující vodu. Dále jsou predátory žijícími ve volné vodě. Larvy mnoha druhů jsou celkem tolerantní na nízkou hladinu rozpuštěného kyslíku. *Simuliidae* jsou také velmi hojní. Obývají tekoucí habitat, nacházejí se převážně na kamenech, ponořeném

dřevě a na vegetaci v rychle i pomalu proudících částech toku. Jsou převážně filtrátoři nebo spásači na substrátu. Larvy *Ceratopogonidae* jsou převážně karnivoři, méně již herbivoři nebo detritivoři. Čeleď *Psychodidae* nalezneme v mělkých stojatých vodách podél břehu toku mezi vegetací a detritem, který je složkou jejich potravy spolu s dalšími mikroorganismy (Giller et Malmqvist, 2000; Hershey et al., 2010).

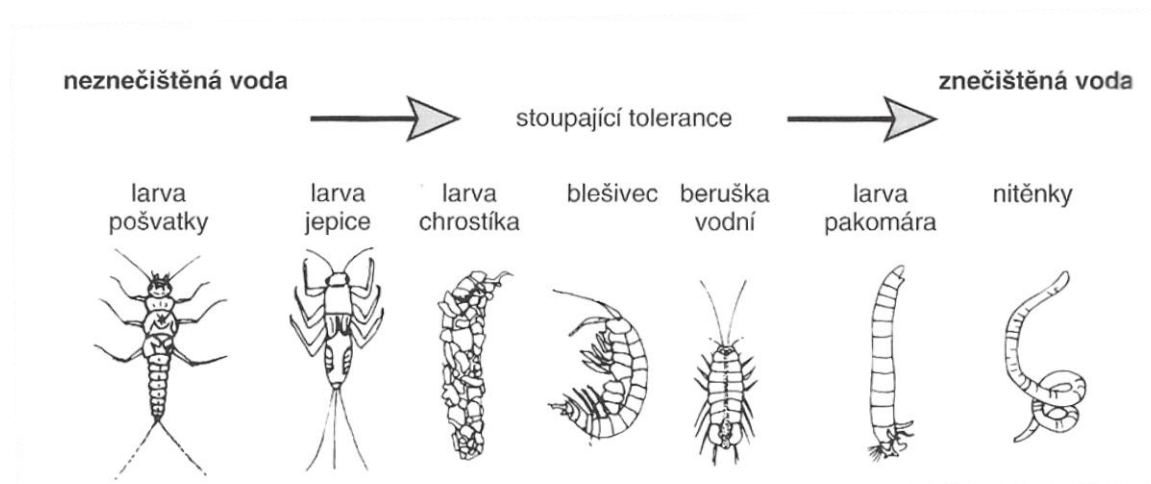
Larvy pošvatek *Plecoptera* jsou důležitou složkou potočního ekosystému, slouží jako potrava pro ostatní bezobratlé a pro vodní i terestrické obratlovce. Larvy jsou býložravé a detritofágové, živí se hrubým organickým materiálem. *Leuctridae* často obývají akumulace listového opadu a jemný štěrč čistých tekoucích vod. *Nemouridae* osidlují různé typy tekoucích vod a i prameniště (Giller et Malmqvist, 2000; Hershey et al., 2010; Špaček, 2014).

*Trichoptera* chrostíci obývají rozmanité habitaty, které jsou závislé na typu jídelníčku. Pro některé čeledi je důležitá přítomnost substrátu, kterým je dřevo nebo kameny, jelikož k tomuto substrátu přichycují své schránky. Jiní si vyhrabávají nory v hniјícím dřevě. Larvy čeledi *Limnephilidae* obývají širokou škálu tekoucích habitatů od pramenů a malých potoků po velké řeky. Vyskytují se na vegetaci pokrytých kamenech, detritu, štěrku, písku nebo jemných sedimentech. Jsou převážně drtiči, živí se detritem podobně jako následující čeleď, ale existují i dravé druhy. Larvy čeledi *Sericostomatidae* jsou velmi hojné, vytváří si schránky z písku a malých oblázků. Osidlují písčný substrát v toku. *Rhyacophilidae* osidlují chladné a studené toky především v podhorských a horských oblastech. Nestaví si schránku. Jsou převážně aktivními predátory (Giller et Malmqvist, 2000; Hershey et al., 2010).

Jepice *Ephemeroptera* osidlují tekoucí vody a jsou často využívány jako indikátor pro monitoring znečištění v potocích a řekách. Většina druhů je velmi citlivých ke kyselému prostředí. Larvy *Siphonuridae* preferují stojaté vody a klidné části toku tedy tůně a živí se jako herbivoři nebo detritivoři. *Baetidae* mají relativně malé larvy, široce rozšířené, které aktivně plavou. Najdeme je především v tekoucích částech toku. *Heptageniidae* osidlují štěrby, kameny, ponořené dřevo, detrit a jsou přizpůsobeny k životu v proudu. *Ephemeridae* jsou hrabavé larvy, které osidlují bahnitě dno, také bahnitý nebo písčité substrát, ve kterém si staví nory. Řadí se mezi filtrátory, kteří filtrují částice z vody (Giller et Malmqvist, 2000; Hershey et al., 2010; Špaček, 2014).

Vodní brouci *Coleoptera* s nejvýznamnější čeledí *Elmidae*, kteří jsou velmi hojně se vyskytující. Larvy i dospělci osidlují štěrkovité substráty i dřevní hmotu v peřejnatých úsecích toku. Oba se živí jako seškrábávači a nebo jako filtrátoři jemného detritu. Čeleď *Hydraenidae* obývá mělké vody podél okraje potoka. Larvy *Scirtidae* jsou drtiči listového opadu a sběrači detritu. Osidlují okraje mělkých tůní. *Hydrophilidae* nalezneme v mělkých stojatých vodách, larvy jsou predátoři. Čeleď *Curculionidae* představuje terestrickou skupinu brouků, která je ale silně vázaná na mateřskou vodní rostlinu po celou dobu životního cyklu (Giller et Malmqvist, 2000; Hershey et al., 2010).

Rozdíly v toleranci k organickému znečištění různých skupin makrozoobentosu schematicky znázorňuje obrázek 8.



Obrázek 8. Rozdíly v toleranci k organickému znečištění různých skupin makrozoobentosu (Králová, 2001).

### 9.3. BMWP skóre, ASPT index

Pro vyhodnocení společenstva makrozoobentosu Sviňovického potoka bylo použito BMWP skóre a ASPT index, pomocí nichž byla vyhodnocena kvalita vody za využití determinovaných čeledí. Pro výpočet BMWP skóre byla využita britská tabulka s aktuálním používaným skóre (Table of Revised BMWP Score). Tabulka pro zařazení hodnot BMWP a ASPT do tříd čistoty byla použita z Kokeš et Vojtíšková (1999), kteří využívají tabulku s hodnotami pro Velkou Británii.

Pomocí výsledných hodnot, byl Sviňovický potok zařazen do 2. třídy čistoty z pěti možných. Jedná se o kvalitu vody dobrou. BMWP skóre vyšlo 124, počet systematických jednotek byl 19 a výsledný ASPT index vycházel 6,5.

#### 9.4. Porovnání výskytu makrozoobentosu mezi Tetřívčím a Sviňovickým potokem

Zásadní rozdíl mezi sledovanými toky je zřetelný v čeledi *Gammaridae*, která ve Sviňovickém potoce měla zcela nejdominantnější zastoupení (zahrnovala 869 jedinců) na rozdíl od Tetřívčího potoka, kde zaujímala pouze 4 % z celkového počtu všech jedinců. Zastoupení třídy *Diptera* bylo o čeleď *Pediciidae* bohatší v Tetřívčím potoce, ostatních pět čeledí bylo stejné v obou tocích a to i ve stejném pořadí. Nejpodstatnější byl však rozdíl v abundanci, kdy ve Sviňovickém potoce byl výskyt nejbohatší čeledi *Chironomidae* pětkrát menší než v potoce Tetřívčím, kde dosahoval počtu 1017 jedinců. Třída *Plecoptera* byla zastoupena dvěma stejnými čeleděmi v obou tocích, které se opět lišily svou početností, zatímco ve Sviňovickém potoce výrazně převládala čeleď *Nemouridae*, v Tetřívčím potoce byl její výskyt podstatně menší a až na druhém místě po čeledi *Leuctridae*. Sviňovický potok byl na rozdíl od Tetřívčího potoka ochuzen o čeleď *Glossomatidae* patřící mezi chrostíky. Následující čeledi byly stejné pro oba toky, v obou případech nejpočetnější *Limnephilidae*, která zaujímala ve Sviňovickém potoce trojnásobek oproti druhému toku. Čeleď *Sericostomatidae* se v podstatě nelišila a poslední *Rhyacophilidae* v obou případech pod deset jedinců. Jepice byly zastoupeny stejnými čeleděmi v obou vzorcích. Nejpodstatnější rozdíl byl v čeledi *Siphonuridae*, kdy v Tetřívčím potoce byl nalezen jen jeden jedinec a ve Sviňovickém potoce zaujímala 5 % z celkového výskytu (počítáno bez čeledi *Gammaridae*). Čeledi *Baetidae* a *Ephemeridae* se výrazně nelišily, ale dvojnásobný rozdíl byl v čeledi *Heptageniidae* početnější v revitalizovaném toku. Brouci zaujímali v obou tocích pět čeledí, jedná o nejpočetnější *Elmidae*, ve Sviňovickém potoce je však výskyt poloviční, stejně je to i u čeledi *Scirtidae*. S výraznou převahou ve Sviňovickém potoce je čeleď *Hydraenidae* a hodnoty *Hydrophilidae* se značně nelišily. Tetřívčí potok byl obohacen o čeleď *Dytiscidae* a Sviňovický potok má navíc čeleď *Curculionidae*. Řád Acari byl v obou tocích zastoupen čeledí *Hydracarina*. Z pijavic se v obou tocích vyskytovaly *Glossiphoniidae* a v námi sledovaném toku byla navíc čeleď *Erpobdellidae*. Měkkýši byli zastoupeni v obou vzorcích, ale s odlišnými čeleděmi *Planorbidae* a *Bithyniidae* ve Sviňovickém a *Lymnaeidae* s *Sphaeriidae* v Tetřívčím potoce. Sviňovický potok měl navíc jednoho jedince z čeledi *Gomphidae* a Tetřívčí potok měl navíc čeledi *Gerridae* a *Collembola*, kteří převážně obývají hladinu a čeleď *Sialidae* patřící mezi střechatky.

V oba dva toky jsou zařazeny do 2. třídy čistoty vody, podle Britské tabulky (Kokeš et Vojtíšková, 1999). BMWP skóre bylo ve Sviňovickém potoce nižší, ale ASPT index byl

v obou případech stejný a to 6,5. Což svědčí o větší početnosti systematických jednotek v případě Tetřívčího potoka.

Tetřívčí potok je hodnocen jako přírodě blízký tok, na základě výsledných hodnot, můžeme revitalizaci Sviňovického potoka hodnotit jako úspěšnou.

## 10. Shrnutí výsledků a diskuse

Sledování makrozoobentosu je neopomíjenou součástí hodnocení kvality vodního ekosystému. V této práci byly určovány vzorky makrozoobentosu Sviňovického potoka. Byly determinovány na úroveň čeledí a uvedeny jejich abundance. Pro vyhodnocení kvality vody bylo použito BMWP skóre a ASPT indexu. Sviňovický potok byl zařazen do 2. třídy čistoty vody. V porovnání s výsledkem za období v letech 2006-2007 (Hryzáková, 2008), odpovídá kvalita vody v úseku provedené revitalizace, mírně znečištěné, tedy 2. třídě jakosti. Výsledné hodnoty byly zjišťovány odlišnými metodami. Tato práce zjišťuje kvalitu vody na základě determinace makrozoobentosu, práce Hryzákové (2008) byla zaměřena na určování kvality vody na základě chemismu. V obou případech vyšly shodné hodnoty, což dokazuje, že determinace makrozoobentosu má z hlediska určování kvality vody podstatný význam.

Porovnání výsledků s Tetřivčím potokem (Altmann, 2013), vyšla kvalita vody na základě determinace makrozoobentosu v obou případech stejně. Celkové množství čeledí bylo v Tetřivčím potoce 30 a ve Sviňovickém potoce 28. Z toho vyplývá, že revitalizovaný tok měl skoro stejně vysokou diverzitu jako přírodě velmi blízký Tetřivčí potok. Nejpodstatnější a zároveň nejpočetnější čeledi se vyskytovaly v obou tocích. Zásadní rozdíly byly v odlišných abundancích mezi čeleděmi, což se dalo předpokládat na základě odlišného složení příbřežní vegetace. Revitalizovaná část Sviňovického potoka je lemovaná pastvinami, zatímco Tetřivčí potok je lemován smrkovou monokulturou. Dalším faktorem, který má možný vliv na výskyt odlišných abundancí ve složení makrozoobentosu je možné znečištění Sviňovického potoka díky pasoucímu se dobytku v jeho blízkosti. Každý z toků měl i nějaké čeledi, které se ve druhém toku nevyskytovaly, ale ty už nedosahovaly podstatných abundancí. Podobné složení společenstva makrozoobentosu obou toků je pravděpodobně díky podobným geografickým podmínkám – jedná se o pramenné toky v podhorské oblasti.

Předpokládaný bohatý výskyt makrozoobentosu na základě výskytu mrtvého dřeva, který byl popisovaný v rešeršní části nebyl dokázán. Ve Sviňovickém toku se žádné mrtvé dřevo nevyskytovalo, ale společenstvo bylo velmi bohaté a to díky vysoké diverzně habitatů.

Jedním z cílů revitalizace je obnova přirozené funkce vodních ekosystémů (Kliment et al., 2008) a zvýšení heterogenity dna. Nárůst variability svědčí o úspěšné revitalizaci

(Palmer et al., 2005). Předpokládá se, že zvýšení heterogenity habitatů, má pozitivní vliv na abundanci a diverzitu habitatů (Sundermann et al., 2011). Toto tvrzení se však autorům výzkumu (Sundermann et al., 2011) nepodařilo potvrdit, jelikož rozdíly v abundancích mezi revitalizovanými úseky toků a úseky toků bez revitalizace byly minimální. Bohužel nejsou k dispozici údaje o složení makrozoobentosu ze Sviňovického potoka před revitalizací, které by mohly potvrdit předchozí domněnku. Pro skutečné porovnání nárůstu makrozoobentosu vlivem revitalizace v toku by bylo vhodné porovnat revitalizovaný úsek s horním tokem, který má vybetonované koryto lichoběžníkového tvaru a jeho dno je bez výraznější struktury.

Velkým významem pro detailnější výzkum makrozoobentosu, v závislosti na diverzně habitatů vzhledem k úspěšnosti revitalizace, by bylo určení jednotlivých typů substrátu dna a na nich se vyskytujících bezobratlých. Na základě zjištěných údajů by se zjistila prostorová distribuce organismů v jednotlivých částech toku. Podobným výzkumem se zabývala Grešková et al. (2007).

## 11. Závěr

V minulém století došlo s rostoucí urbanizací a z důvodu zefektivnění zemědělství k silným zásahům do struktury krajiny. Vodní režim krajiny byl narušen nejen regulací vodních toků, ale i odvodněním mokřadů a podmáčených ploch. Převládá též mínění, že správně vypadající krajina je uklizená a vyčištěná. Tato představa se vztahuje i na vodní ekosystémy a je legislativně zakotvena. Zrychlený odtok vody z krajiny spolu s častějšími extrémními vlivy počasí má za následek nárůst povodní a velmi negativní dopady na zemědělsky využívané plochy a zástavbu měst a obcí. Podobný stav byl v povodí Sviňovického potoka před provedenou revitalizací.

Na základě vyhodnocení makrozoobentosu Sviňovického potoka, lze říci, že po 7 letech od provedení revitalizace se v potoce rozvinulo bohaté společenstvo bezobratlých organismů. Bohužel nejsou k dispozici srovnávací hodnoty makrozoobentosu z období před revitalizací, které by potvrdily nárůst diverzity habitatů. Na základě odborné literatury však předpokládám, že se zvýšením heterogenity habitatů došlo ke zvýšení diverzity makrozoobentosu.

Kvalita vody na základě výzkumu makrozoobentosu ve Sviňovickém potoce byla zařazena do 2. třídy čistoty, tedy dobrá. V porovnání s Tetřívčím potokem dosahuje kvalita vody stejných výsledků. Biodiverzita společenstev makrozoobentosu vykazuje podobné výsledky u obou toků, jen se liší abundance jednotlivých čeledí.

Vliv mrtvého dřeva na výskyt makrozoobentosu nebyl v praktické části práce potvrzen, jelikož se ve Sviňovickém potoce mrtvé dřevo nenachází. Struktury jako akumulace dřeva, vyvrácené stromy či spadané listí však působí velmi příznivě na morfologii koryta, na vodní i příbřežní ekosystém a následně i na kvalitu vody. Je nutné zaměřit se na obnovu a vytvořit přírodě blízké struktury, které napomohou zmírnit intenzitu povodní a navrátí vodu do krajiny.



## 12. Zdroje:

ABSOLON, K., HRUŠKA, J. (1999): Záchranný program, Perlorodka říční, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 29 s.

ALTMANN, M. (2013): Hodnocení kvality vody a fyzického habitatu vodního toku ve vazbě na společenstva makrozoobentosu. Bakalářská práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha, 64 s.

ARCDATA PRAHA, s. r. o. Arc ČR 500, Digitální geografická databáze, verze 2.0a. Praha, 2001.

ARMITAGE, P. D., MOSS, D., WRIGHT, J. F., FURSE, M. T. (1983): The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water res.*, 17, 3, s. 333-347.

CULEK, M. (1996): Biogeografické členění České republiky. Enigma, Praha, 2 sv. 347, 589 s.

ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA [online]. [cit. 2014-05-2] Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/pudy/>.

DERKA, T., KOVÁČOVÁ, J., BULÁNKOVÁ, E., (2001): Význam substrátu pre štruktúru vybraných taxocenóz makrozoobentosu rieky Rudava. *Folia faunistica Slovaca*, 6, s. 59-68.

DIBAVOD [online] [cit. 2014-05-5] Dostupné z: <http://www.dibavod.cz/index.php?id=27>.

GILLER, P. S., MALMQVIST, B. (2000): *The biology of streams and rivers*. Oxford university press, Oxford, 296 s.

GREŠKOVÁ, A.: Geomorfologické účinky dřeva v korytách říek – úvod do problematiky. Geografický ústav SAV, Bratislava, s. 4, [online]. [cit. 2014-04-18] Dostupné z: [http://www.kge.zcu.cz/geomorf/sbornik/sbornik\\_05/titul.html](http://www.kge.zcu.cz/geomorf/sbornik/sbornik_05/titul.html).

GREŠKOVÁ, A., LEHOTSKÝ, M., PASTUCHOVÁ, (2007): Morfologická struktura dna koryta malého vodného toku a spoločenstvá makrozoobentosu. *Geografický časopis*, 59, s. 25-46.

HÁTLE, M., HLÁSEK, J., ŠEVČÍK, J., BUREŠ, J., ČERNÁ, O., JANDA, J., JANDOVÁ, J., KUČERA, S., LUKEŠOVÁ, M. (1996): Biosférické rezervace Šumava. In: Biosférické rezervace České republiky (eds. Jeník, Jelínková, Povolný). 1. vydání. Empora, Praha, s. 113-136.

HERSHEY, A. E., LAMBERTI, G. A., CHALONER, D. T., NORTHINGTON R. M. (2010): Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates, Third Edition: Aquatic Insect Ecology. Elsevier, London, UK.

HINTNAUS, I. (2011): Vliv sněhové pokrývky na odtok vody z povodí v zalesněném a nezalesněném prostředí. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie Přf UK, Praha, 143 s.

HRODEY, P. J., KALB, B. J., SUTTON, T. M. (2008): Macroinvertebrate community response to large-woody debris addition in small water streams. *Hydrobiologia*, 605, s. 193-207.

HRYZÁKOVÁ, K. (2008): Srovnávací analýza jakosti povrchových vod v povodích horní Blanice, Liběchovky a Rolavy. Diplomová práce. Ústav pro životní prostředí Přf UK, Praha, 85 s.

HUJSLOVÁ, J. (2010): Dynamika revitalizovaného koryta Sviňovického potoka. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie Přf UK, Praha, 78 s.

JUST, T. (2003): Revitalizace vodního prostředí. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 144 s.

JUST, T. (2008): Vodní prvky v zemědělské krajině, využití a rehabilitace jejich přirozených funkcí. In: Zemědělství a krajina: cesty k vzájemnému souladu (eds. Šarapatka, Niggli et al.), 1. Vydání. Univerzita Palackého, Olomouc, s. 189-206.

KOŽENÝ, P., SIMON, O. (2010): Mrtvé dřevo ve vodních tocích – čas změnit zákony? In: Příroda Výzkum v ochraně přírody, Sborník z I. konference ochrany přírody v ČR (eds. Ivan, Kostk), Praha, 27, s. 5-22.

KAIL, J., (2003): Influence of large woody debris on the morphology of six central European streams. *Geomorphology* 51, s. 207-223.

KAJZAROVÁ, E., (2012): Mrtvé dřevo – živý les. Správa Krkonošského národního parku, Vrchlabí, s. 36.

KLIMENT, Z., MATOUŠKOVÁ, M., ŠOBR, M., POTŮČKOVÁ, M., HUJSLOVÁ, J. (2008): Fluvial dynamics and selected methods of ecohydrological monitoring of restored Sviňovický brook channel. *Geographica*, Praha, 1-2, s. 125-144.

KOHOUTEK, F., DAVÍDEK, B., HOUSER, M. (1987): Československé řeky: kilometráž. 2. vydání. Olympia, Praha, 343 s.

KOKEŠ, J., NĚMEJCOVÁ, D. (2006): Metodika odběru a zpracování vorku makrozoobentosu tekoucích vod metodou perla. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka [online]. [cit. 2014-04-20], Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled\\_akceptovanych\\_metodik\\_tekoucich\\_vod/\\$FILE/OOV-tek\\_makrozoobentos\\_broditelne-20130418.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV-tek_makrozoobentos_broditelne-20130418.pdf).

KOKEŠ, J., VOJTÍŠKOVÁ, D. (1999): Nové metody hodnocení makrozoobentosu tekoucích vod. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha, 83 s.

KRÁLOVÁ, H. (2001): Řeky pro život: revitalizace řek a péče o nivní biotopy. ZO ČSOP Veronika, Brno, 439 s.

LANGHAMMER, J., (2007): Metodika pro monitoring hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. Katedra fyzické geografie a geoekologie, Přf UK, Praha, s. 66.

LELLÁK, J., KUBÍČEK, F. (1991): Hydrobiologie. 1. vydání. Univerzita Karlova, Praha, 260 s.

MÁČKA, Z., KREJČÍ, L. (2010): Morfologické a sedimentologické účinky říčního dřeva v korytě Černé Opavy. Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezku, roč. 17, 1-2, s. 69-75.

MALÝ, A. (2009): Vliv rozdílného využití krajiny na srážko-odtokový proces v experimentálních povodích Zbytiny. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie Přf UK, Praha, 151 s.

MATOUŠKOVÁ, M. (2003): Ekohydrologický monitoring jako podklad pro revitalizaci vodních toků: Modelová studie povodí Rakovnického potoka. Disertační práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie Přf UK, Praha, 219 s.

MATOUŠKOVÁ, M. (2007): Revitalizace vodních ekosystémů a jejich význam v protipovodňové ochraně. In Povodně a změny v krajině (Langhammer ed.) Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK a MŽP ČR, Praha, s. 343-354.

MINISTERSTVO VNITRA ČESKÉ REPUBLIKY [online]. [cit. 2014-04-18], Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/statistiky-pocty-obyvatel-v-obcich.aspx>.

MONTGOMERY, D. R., COLLINS, B. D., BUFFINGTON, J. M., ABBE, T. B. (2003): Geomorphic effects of wood in rivers. American Fisheries Society Symposium, s. 1-27.

MOTT, N. (2006): Managing woody debris in rivers, streams and floodplains. Staffordshire wildlife trust, UK, s. 16.

NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ, Z. (1998): Mapa potenciální vegetace České republiky. Academia, Praha, 341 s.

PALMER, M. A., BERNHARDT, E. S., ALLAN, J. D., LAKE, P. S., ALEXANDER, G., BROOKS, S., CARR, J., CLAYTON, S., DAHM, C. N., FOLLSTAD SHAN, J., GALAT, D. L., LOSS, G., GOODWIN, P., HART, D. D., HASSETT, B., JENKINSON, R., KONDOLF, G. M., LAVE, R., MEYER, J. L., O'DONNELL T. K., PAGANO, L., SUDDUTH, E. (2005): Standards for ecologically successful river restoration. Journal of Applied ecology, 42, s. 208-217.

QUITT, E. (1971): Klimatické oblasti Československa. Geografický ústav ČSAV, Brno, 82 s.

ROŠTINSKÝ, P., MÁČKA, Z., KREJČÍ, L. (2010): Morfologické účinky dřevní hmoty v meandrujících řekách – příklady ze Svratky, Lužnice a Moravy. XXII sjezd České geografické společnosti Ostrava, s. 89-95.

ROZKOŠNÝ, R.: (1980): Klíč vodních larev hmyzu. 1. vydání, Československá akademie věd, Praha, 524 s.

SIEMENS, M., HANFLAND, S., BINDER, W., HERRMANN, M., REHKLAU, W. (2005): Totholz bringt Leben in Flüsse und Bäche. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Landesfischereiverband Bayern, München, s. 48.

ŠPAČEK, J. (2014): Ephemeroptera, Plecoptera a Megaloptera. Seminář pro hydrobiology, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova.

SUNDERMANN, A., ANTONS, C., CRON, N., LORENZ, A. W., HERING, D., HAASE, P. (2011): Hydromorphological restoration of running waters: effects on benthic invertebrate assemblages. *Freshwater biology*, 56, s. 1689-1702.

TABLE OF REVISED BMWP SCORE [online] [cit. 2014-05-5] Dostupné z: <http://www.cies.staffs.ac.uk/bmwptabl.htm>.

TOLASZ, R., BRÁZDIL, R., BULÍŘ, O., DOBROVOLNÝ, P., DUBROVSKÝ, M., HÁJKOVÁ, L., HALÁSOVÁ, O., HOSTÝNEK, J., JANOUGH, M., KOHUT, M., KRŠKA, K., KŘIVANCOVÁ, S., KVĚTOŇ, V., LEPKA, Z., LIPINA, P., MACKOVÁ, J., METELKA, L., MÍKOVÁ, T., MRKVICA, Z., MOŽNÝ, M., NEKOVÁŘ, J., NĚMEC, L., POKORNÝ, J., REITSCHLÄGER, J. D., RICHTEROVÁ, D., ROŽNOVSKÝ, J., ŘEPKA, M., SEMERÁDOVÁ, D., SOSNA, V., STRÍŽ, M., ŠERCL, P., ŠKÁCHOVÁ, H., ŠTĚPÁNEK, P., ŠTĚPÁNKOVÁ, P., TRNKA, M., VALERIÁNOVÁ, A., VALTER, J., VANÍČEK, K., VAVRUŠKA, F., VOŽENÍLEK, V., VRÁBLÍK, T., VYSOUDIL, M., ZAHRADNÍČEK, J., ZUSKOVÁ, I., ŽÁK, M., ŽALUD, Z. (2007): Atlas podnebí Česka. Climate Atlas of Czechia. CHMÚ a Univerzita Palackého, Praha a Olomouc, 256 s.

TULACHOVÁ, M. (2012): Početnost perlorodky říční (*Margaritifera margaritifera*) na vybrané lokalitě v jižních Čechách. Diplomová práce. Katedra biologických disciplín Zemědělská fakulta Jihočeská univerzita, České Budějovice, 42 s.

VONDRA, F. (2004): Ekomorfologický monitoring v povodí horní Blanice. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha, 102 s.

WALLERSTEIN, N. P., THRONE, C. R. (2004): Influence of large woody debris on morphological evolution of incised, sand-bed channels. *Geomorphology*, 57, s. 53-73.

### 13. Přílohy

Příloha 1: seznam nalezených čeledí a jejich abundance

Příloha 2: hodnoty naměřené při terénním výzkumu